

PROVINCIA DE LA PAMPA

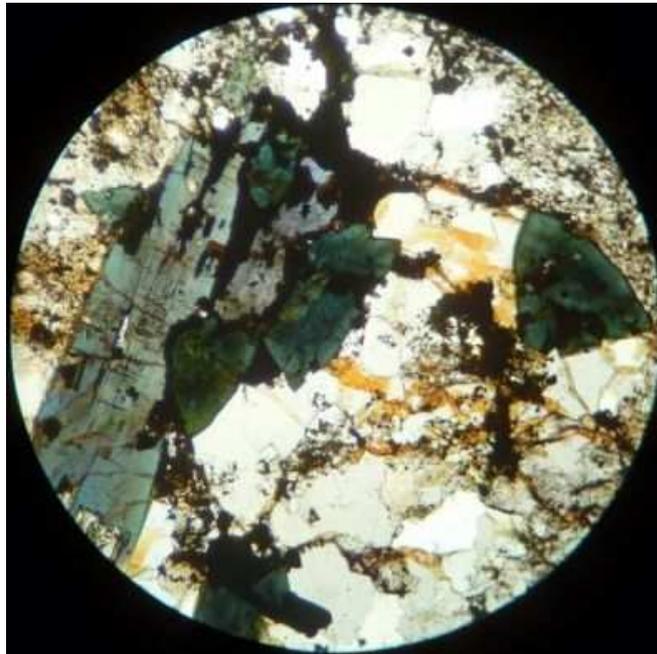
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

“IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS
DE ÁREAS METALÍFERAS”

2da etapa

INFORME FINAL

Mayo de 2013



Lic. Mónica Adriana Pires

Índice

Prefacio	3
Agradecimientos	4
Resumen	5
Introducción	6
Ubicación del área de estudio	8
Marco Geológico	8
Antecedentes	9
Hipótesis de trabajo	10
Metodología	11
Consideraciones sobre el Informe Final	13
Resultados	14
Conclusiones	167
Recomendaciones	169
Bibliografía	170
Anexo	178

PREFACIO

En el período octubre 2010-octubre 2011 se realizó una primera etapa de investigación, sobre el potencial minero metalífero de la Provincia de La Pampa en el área al sur de la localidad de Puelches, en el marco del proyecto “Identificación y análisis de áreas metalíferas”. Con la intención de mejorar el conocimiento en áreas contiguas, se llevó a cabo estudios similares desde Puelches hasta Limay Mahuida.

Este trabajo reúne toda la información obtenida en la segunda etapa, que se espera, sirva de antecedente para nuevos aportes.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Ministro de Obras Públicas del Gobierno de la Provincia de La Pampa, Ing. Jorge Varela, al Sr. Raúl Ortiz, Secretario General de la Gobernación, al Subsecretario de Hidrocarburos y Minería Abogado Matías Toso, a la Directora de Minería Abogada María de los Ángeles Roveda, quienes con su constante apoyo fueron una cooperación invaluable durante la ejecución de este Trabajo.

Al Lic. Martín Buss Jacob, que en su carácter de Director de Minería al momento de presentación del Proyecto, apoyó y arbitró los medios para su aceptación.

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

A los Intendentes de las localidades de Puelches, La Reforma y Limay Mahuida, al Personal del Parque Nacional Lihué Calel, a los Destacamentos de Policía de Puelches, La Reforma, Chacharramendi y a todas las Familias que nos permitieron trabajar en sus campos....

A la Dra. Diana Mutti, al Dr. Marcelo Arnosio y a la Lic. en Geoquímica Daniela Saavedra, por sus aportes técnicos.

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

Al Lic. Claudio Trinca, por su paciencia y sus acertadas sugerencias

Y A MI FAMILIA..... que sigue acompañándome.....

16 de Mayo de 2013

Lic. Mónica Pires

RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron complejos volcánico-plutónicos aflorantes en la Hoja Geológica Puelches 3966 II (Espejo y Silva Nieto, 1996), en la Hoja Geológica Gobernador Duval 3966-I (Espejo y Silva Nieto, 2007) y en la Hoja Geológica La Reforma 3766-III (Melchor y Casadío, 2000), con el objetivo de identificar áreas que pudieran contener manifestaciones de elementos metálicos.

Se reportan datos sobre un territorio de 10.000 Km², en el que se llevó 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.

La interpretación de esta información sustenta el interés sobre una zona al norte de la Localidad de La Reforma que incluye las Subregiones 5 y 6, donde se hace más evidente un posible sistema mineralizado.

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; Llambias 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

Las áreas de estudio están comprendidas entre las coordenadas 38°35'00" / 37°10'00" Latitud Sur y 65°45'00" / 67°10'00" Longitud Oeste. Se denominan: Salina Gestau y Salina San Máximo ubicadas al Oeste de la Hoja Geológica Puelches 3966 II (Espejo y Silva Nieto, 1996), Laguna La Amarga y terrenos sobre la ruta 106 y 152 al Noreste de la Hoja Geológica Gobernador Duval 3966-I (Espejo y Silva Nieto, 2007) y el territorios lindero a la ruta 107 entre la Reforma y Limay Mahuida en la Hoja Geológica La Reforma 3766-III (Melchor y Casadío, 2000).

Marco Geológico

Las rocas estudiadas corresponden al Grupo Lihuel Calel (Espejo y Silva Nieto (1996) que reúne a los componentes del ciclo magmático constituido por una fase efusiva ácida dominante (Formación Choique Mahuida), una fase efusiva mesosilícica (Formación El Centinela) y las plutonitas asociadas (Formación Zúñiga) aflorantes en el centro de La Pampa.

Esta unidad sería equivalente al Grupo Sierra Pintada, en la parte meridional del Bloque de San Rafael, ubicado en el centro-sur de la provincia de Mendoza, denominación con que se conoce a las rocas ígneas del ciclo magmático pérmico-triásico Choiyoi.

En el ámbito de la Hoja Gobernador Duval, las volcanitas y plutonitas del Grupo Lihuel Calel, forman el basamento de la región y en las áreas estudiadas están asociadas con sedimentos de la Formación El Sauzal (Linares *et al.*, 1980)

asignadas al Plioceno superior y acompañadas por depósitos coluviales, aluviales, eólicos así como finos de bajos y lagunas.

En la Hoja Puelches las unidades ígneas comparten el área también con sedimentitas de la Formación El Sauzal (Llambías, 1975), conglomerados de la Formación Tehuelche (del Plio Pleistoceno), limos, arcillas y rodados de volcanitas de la Formación Puesto Alí (Silva Nieto y Espejo, 1987) del Pleistoceno Superior y depósitos eólicos.

En la Hoja La Reforma el magmatismo del Choiyoi tiene la mayor cantidad de afloramientos que cubren o intruyen a la Formación Carapacha, Miembro Urre Lauquen (Melchor, 1999) asignada al Pérmico. También se relaciona con escasos intrusivos a la Formación San Jorge (Criado Roqué, 1972b), Miembro San Jorge y Miembro Rogaziano conformados por calizas, calizas dolomíticas, mármoles, tobas y chert de edad ¿Paleozoico 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

Se trabajó sobre las facies volcánico-plutónicas, y rocas asociadas (Calizas de la Formación San Jorge y las sedimentitas de la Formación Carapacha) 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 Geológica Puelches, Hoja Geológica Gobernador Duval y Hoja geológica La Reforma así como 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, ArcGis 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 3 informes parciales: Agosto 2012, Noviembre 2012 y Febrero 2013, 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 W 65°54' y W 66°11' y las latitudes S 38°08' y S 38°35'

Subregión 2: se enmarca entre las latitudes S 38°12' y S 37°52' y las longitudes W 66°05' y W 66°25'

La subregión 3: entre las longitudes W 66°39' y W 66°10' y las latitudes S 37°52' y S 37°40'

La subregión 4: entre las longitudes W 66°39' W 66° 04' y las latitudes S 37° 33' y S 37°40'

La subregión 5: entre las longitudes W 67°09' y W 66°13' y las latitudes S 37° 25' y S 37°33'

La subregión 6: se enmarca entre las longitudes W 66°36' y W 67°08' y las latitudes S 37°25' y S 37°09'

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 de Avance, fechado Agosto 2012, se describió las actividades realizadas en la Subregión 1 y 2, en el primer Informe Parcial de fecha octubre 2012, las de las Subregiones 3-4 y 5. En el segundo Informe de Avance de febrero de 2013, se presentó la descripción de las observaciones al microscopio petrográfico.

La subregión 6 se recorrió como estaba planeado, salvo unos afloramientos en el Gran Salitral por estar inaccesibles.

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. Se efectuaron análisis de elementos traza, Tierras Raras, mayoritarios y metales. Estos análisis se realizaron mediante las técnicas INAA, TD-ICP, FUS-MS,

FUS-XRF en los laboratorios ActLabs (Canadá). Los resultados se presentan en tablas en cada área.

Consideraciones sobre el informe final

Los informes de avance presentados, como se cita anteriormente, contienen la descripción completa de las zonas recorridas, características del paisaje, accesos, nombres de los propietarios de los campos, inclusive, generalidades de los afloramientos.

Posteriormente, con el análisis de los cortes delgados y la geoquímica se seleccionó el material que, a criterio del autor, reviste mayor relevancia.

Se trabajó en el informe final teniendo en cuenta que, por una cuestión de orden y facilidad para la comprensión de los resultados obtenidos, se debió copiar parcialmente la información ya descrita en los informes de avance.

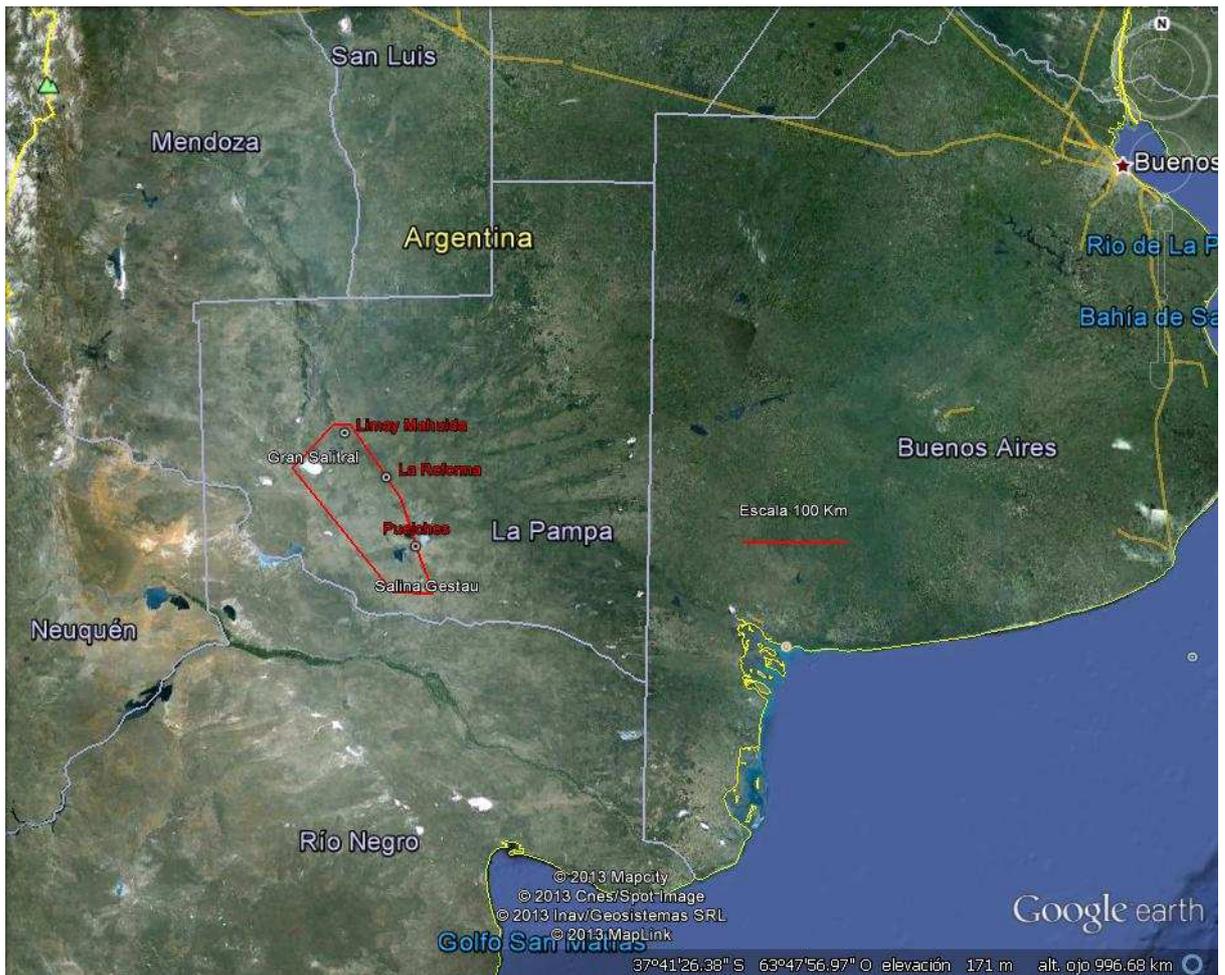
RESULTADOS



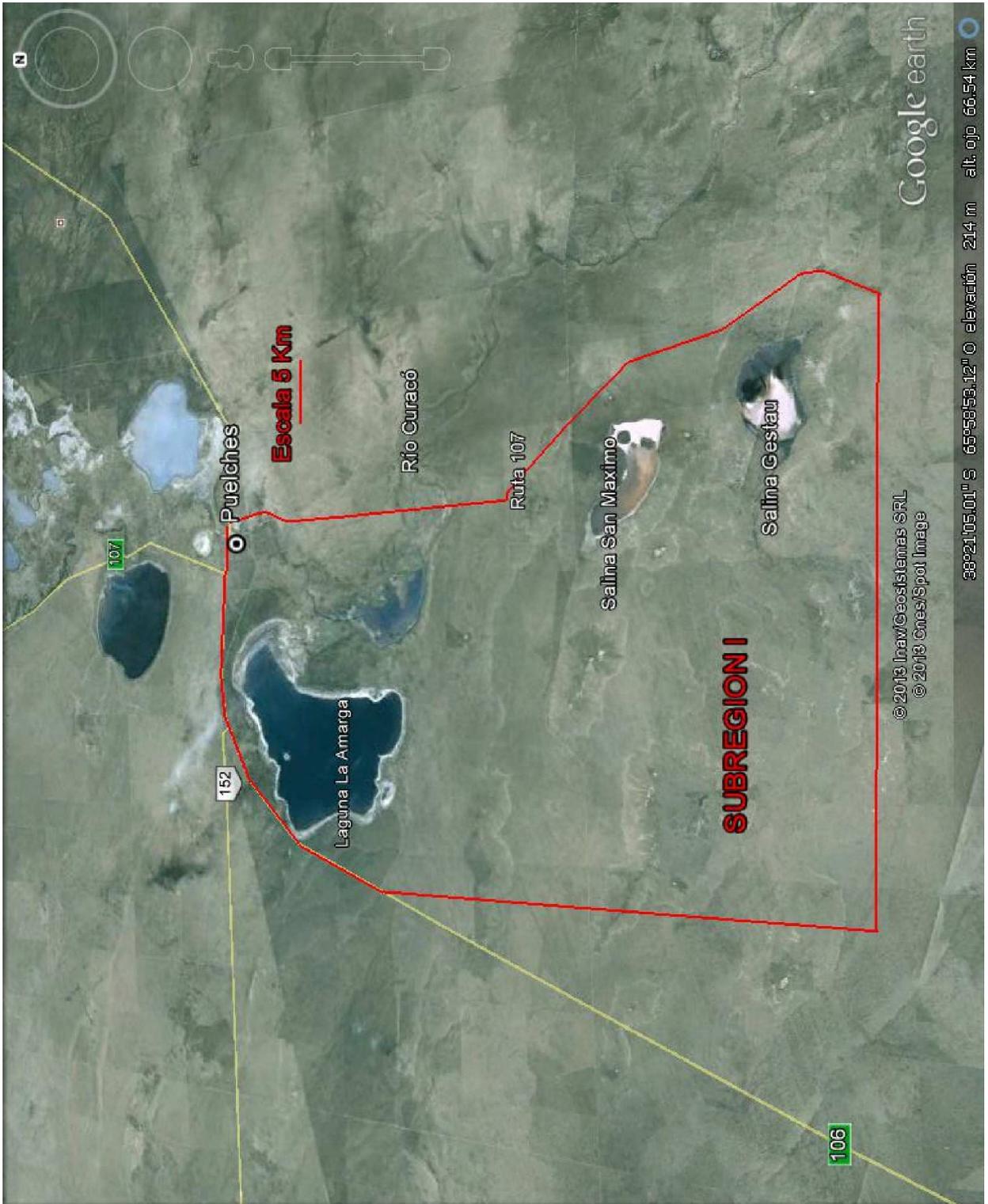
Ubicación de la Región de estudio

Proyecto: Identificación y análisis de áreas metalíferas

Etapa II



Ubicación de la Región de estudio



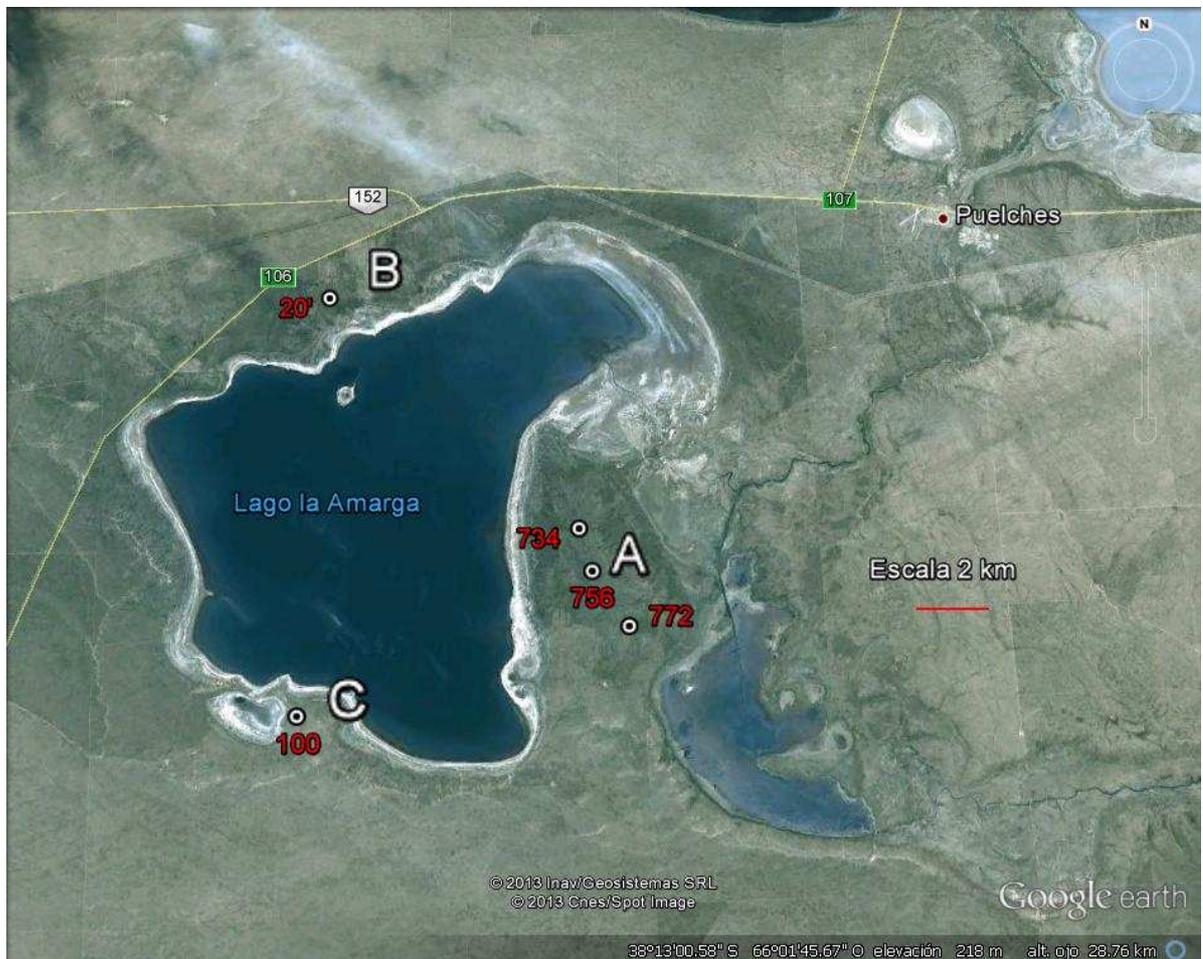
Mapa 1 – Ubicación Subregión I

Subregión 1: corresponde a la Hoja Geológica Gobernador Duval (Espejo y Silva Nieto, 2007) y Hoja Geológica Puelches (Espejo y Silva Nieto, 1996).

Comprende los cuerpos ígneos que se encuentran en el ámbito de la Laguna La Amarga, la Salina San Máximo y la Salina Gestau (ver mapa 1).

Las rocas están expuestas en las cúpulas de los cerros que rodean a los bajos salinos y lagunares.

Laguna La Amarga (Ref: Coordenadas GK 3490355 y 5769374).



Mapa 2 – Ubicación de puntos relevados /muestras en la Laguna La Amarga -

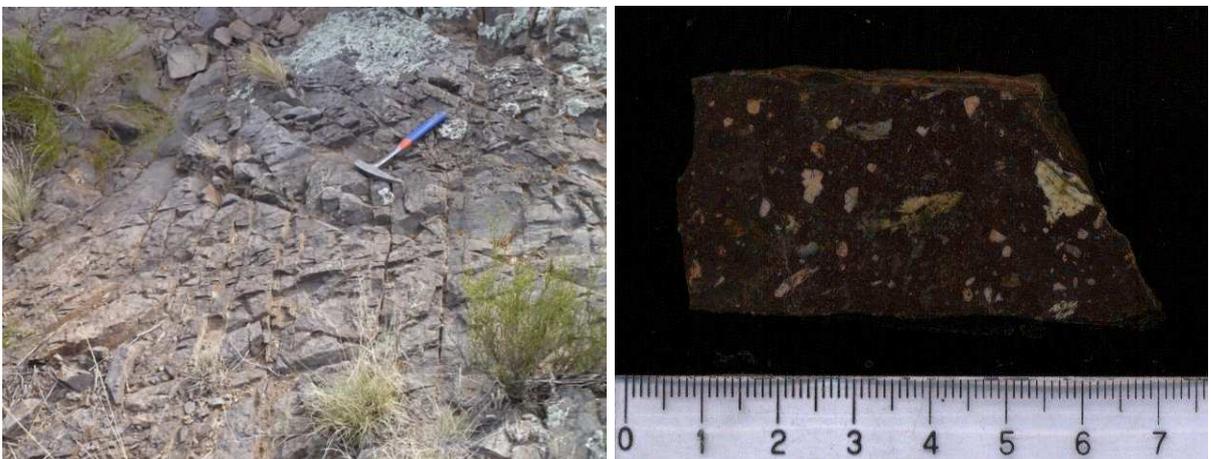
En la laguna La Amarga predominan: las ignimbritas en áreas del Este (punto A – Mapa 2) y Oeste (punto B – Mapa 2) que se asocian a sedimentitas de la Formación Río Negro. En el Sur, afloran granitos (punto C – Mapa 2).

En el punto 734 (ver Mapa 2), del lineamiento del Este, aparecen venas y venillas de cuarzo en stockwork, asociadas a las ignimbritas.

Se describe a continuación las características petrográficas de cada sector:

Afloramientos del Este (A)

Ignimbrita vitroclástica no soldada de composición riolítica

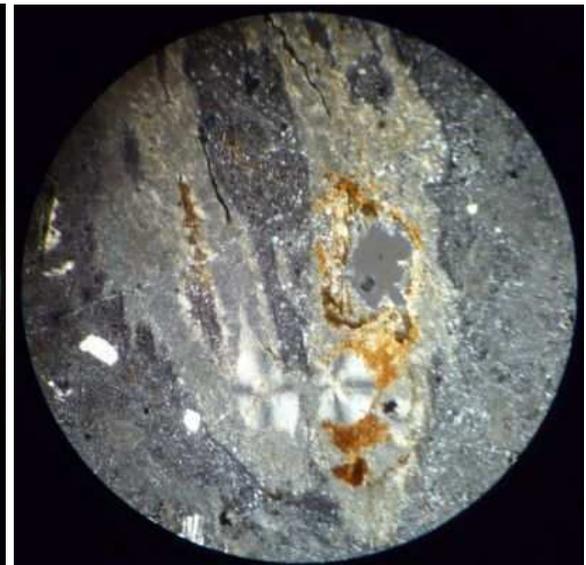


Muestra 734 -afloramiento y corte pulido

Rocas con matriz vitroclástica constituida por trizas y fragmentos pumíceos sin compactar a levemente compactados, cristaloclastos y líticos. Las trizas son tanto del tipo cuspidadas como laminares y están alteradas a illita o a cuarzo anhedral. Los fragmentos pumíceos contienen escasos o ningún cristaloclastos, algunos se observan con mayor grado de devitrificación y diagénesis. Hay sectores con pasta microcristalina equigranular y estiltilos rellenos de óxidos. Los cristaloclastos de feldespato potásico y plagioclasa son minoritarios, (2%-5%) de 4mm o 0,1mm alterados a sericita, calcita o cuarzo anhedral. Los líticos, de composición andesítica, son redondeados no mayores a 1mm.



cvt 3,5mm – Np - trizas vítreas alteradas a Illita –
cvt 3,5 mm -Nc - Trizas reemplazadas por cuarzo anhedral y sericita



cvt 3,5mm –Np -fragmento pumíceo medianamente compactado –
cvt 3,5mm -Nc - fragmento pumíceo con illita y esferulita; centro equigranular microcristalino

Ignimbrita soldada de composición traquidacítica



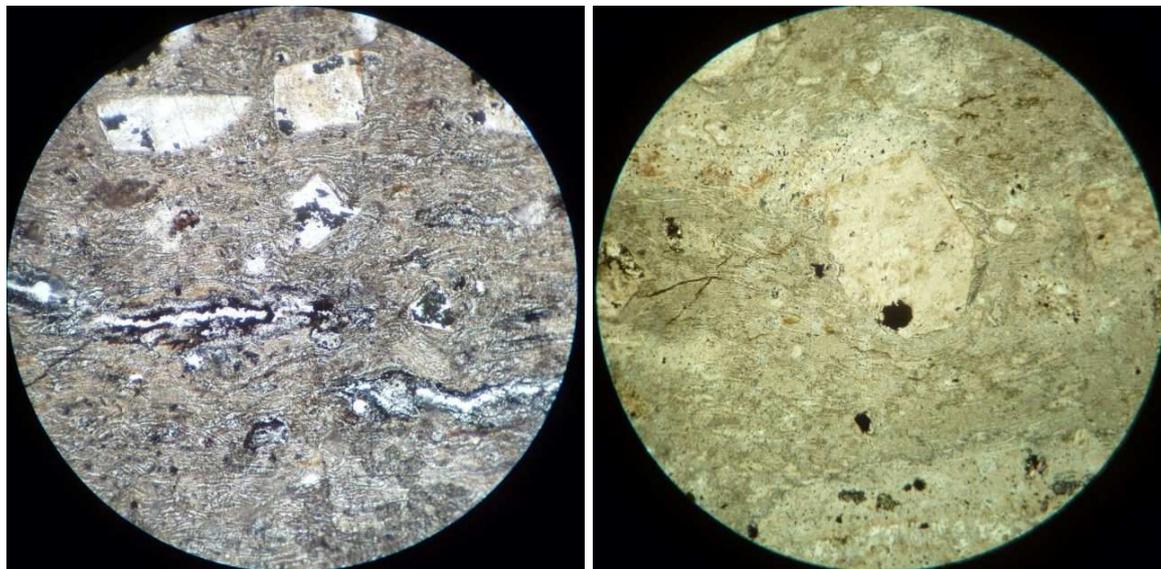
Punto 734 – Ignimbrita soldada



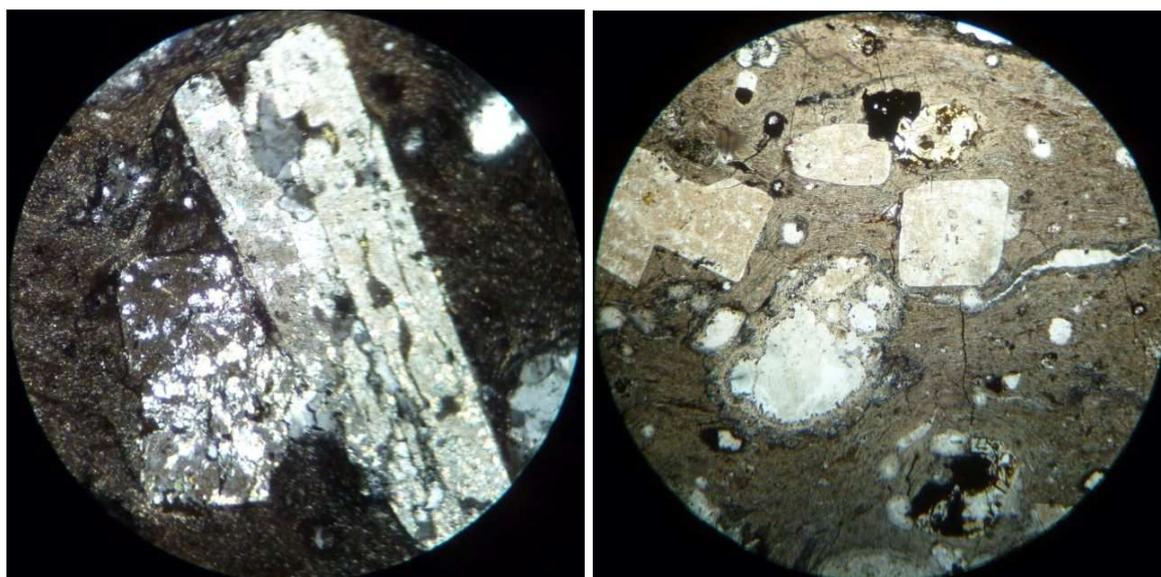
Ignimbritas soldadas – Punto 750

Rocas con textura eutaxítica o parataxítica con cristaloclastos, opacos con formas anhedrales a pseudocúbicas, fragmentos pumíceos desvitrificados y trizas aplanadas y alineadas, constituyendo la matriz vitroclástica. Todos los componentes de la muestra tienen bordes de reacción con opacos y variables niveles de recristalizados a cuarzo anhedral. Los cristales son mayoritariamente feldespato subhedrales y euhedrales de 4 mm con alteración predominantemente sericítica, con calcita en algunos espacios centrales. Se encuentran otras formas, probablemente

mafitos y litoclastos redondeados, reemplazados completamente por cuarzo. Los fragmentos pumíceos están con su estructura vesicular colapsada y reemplazadas por cuarzo anhedral.



cvt 3,5mm - Nc - Textura eutaxítica - cvt 3,5mm -Np - Textura parataxítica

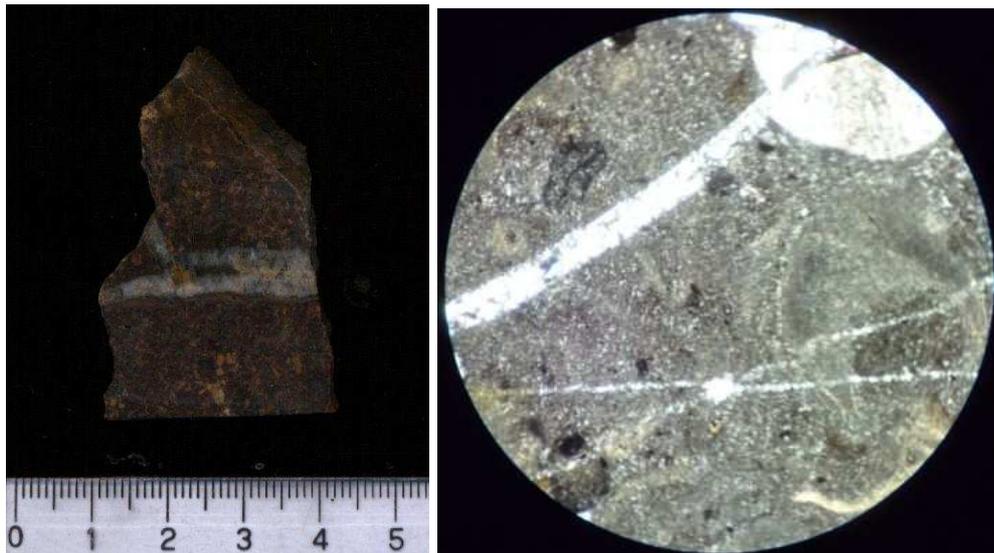


cvt 3,5mm - Nc - Cristaloclastos con cuarzo anhedral y sericita –
 cvt 3,5mm – Nc - Fragmento pumíceo y litoclasto? con cuarzo anhedral
 Venas y venillas - punto 734 (ver mapa 2)

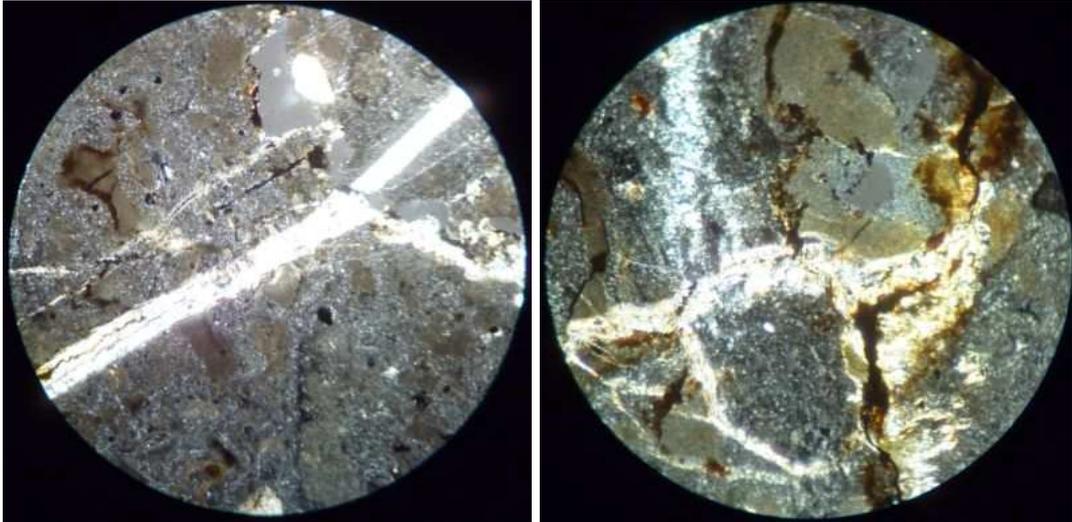
Asociadas a la secuencia de ignimbritas aparecen venas y venillas de cuarzo con espesores que varían entre 5 mm y 5 cm. Las direcciones predominantes son: N270W, N295W, N310W y N40E. El área se observa oxidada y caolinizada.

Recorriendo el sector se hallan fragmentos de cuarzo sueltos, subangulares, de aproximadamente 25 cm de diámetro, pero no se halla la veta debido a la cobertura y el intenso fracturamiento.

Las venillas son discordantes con respecto a la dirección del flujo de la roca aunque en varios sectores se ramifica concordante a él. Son simétricas, multiepisódicas. De bordes netos y recorridos en general, rectos, con sectores ramificados en forma perpendicular al recorrido principal, con las mismas características. En varios sectores se hallan rellenas de sericita.



Punto 734 – izquierda: corte pulido; derecha: corte petrográfico



Punto 734

Venillas milimétricas de cuarzo en rompecabeza - espacios vacíos rellenos con sericita.



Punto 734 -corte pulido- fragmentos de venillas



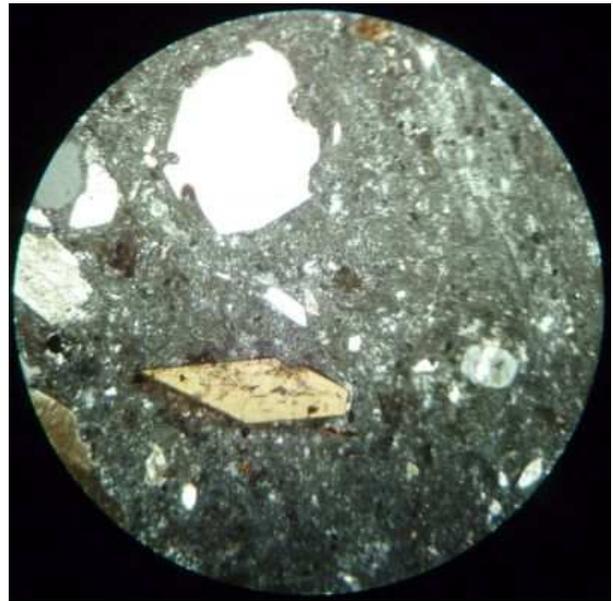
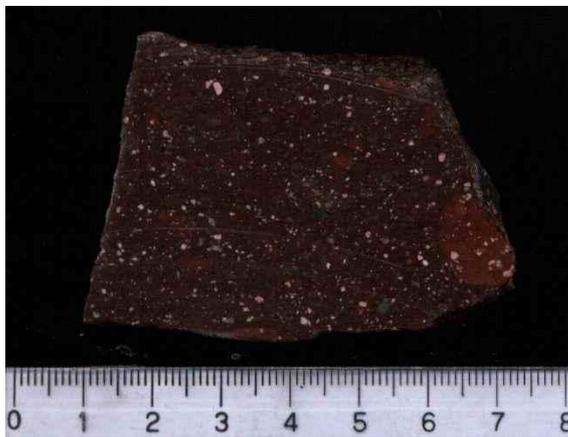
Punto 734 - corte pulido - fragmentos de venillas

Análisis Químico

Analyte Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
734 venilla q	< 2	< 0.3	4	< 0.3	21	< 3	6	< 1	0.02	0.49	7	480
756 ignimbrita	< 2	< 0.3	4	< 0.3	1	15	6	35	0.03	7.61	6.2	880
772 ignimbrita	< 2	< 0.3	2	< 0.3	4	62	3	56	0.04	6.64	4.8	620

Afloramientos del Oeste - B

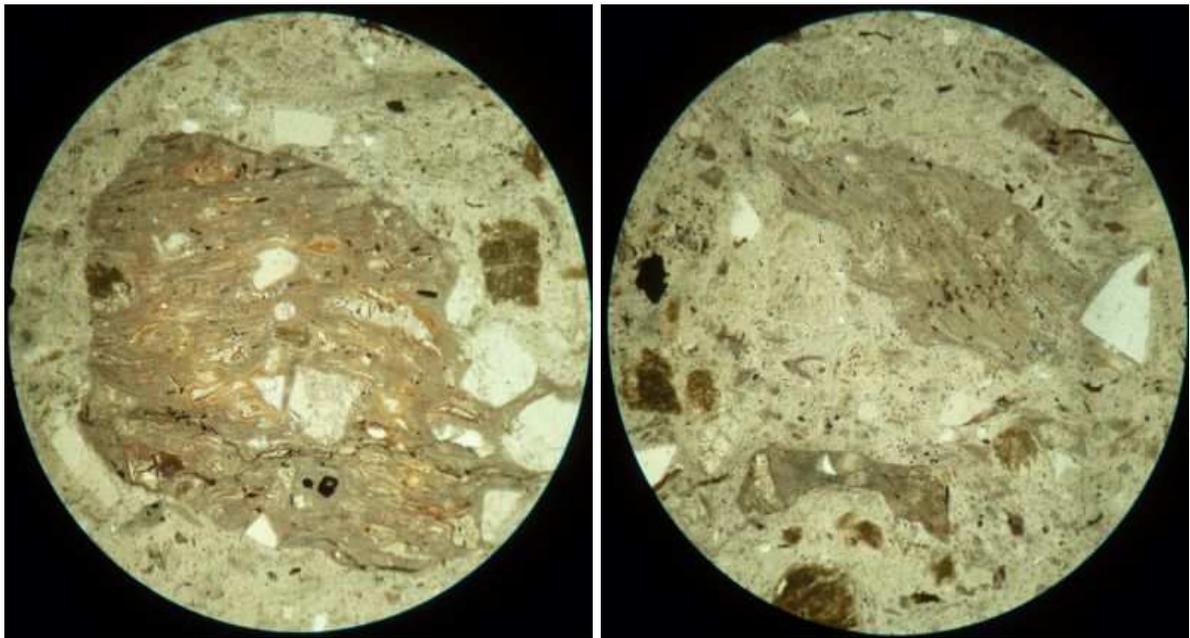
Ignimbrita no soldada de composición riolítica



Muestra 20' – corte pulido

Roca con textura porfírica con 30% de fenocristales en una pasta microcristalina. Al microscopio se observan cristaloclastos de cuarzo, feldespato, biotita y accesoriamente allanita y apatito además de material vitroclástico (pómez y triza), en una pasta con agregados criptocristalinos. Los cristaloclastos tienen tamaños entre 2 y 0,5mm. Los cristales de cuarzo suelen presentar bordes con

engolfamientos mientras que el feldespato está caolinizado. Los litoclastos son riolíticos irregulares a estirados. El material pumíceo está sin compactar o apenas compactado y muy alterado a cuarzo y feldespato anhedral. Tienen formas tipo *flame*, tipo *bow tie*, tipo *wedge* y alineaciones subparapelas que corresponden a vesículas con formas tubulares elongadas. Las trizas vítreas son fragmentos curvoplanos, que están estirados y recristalizados a cuarzo anhedral.



cvt 3,5mm -Np -fragmentos pumíceos

Afloramiento al Sur (C) dique??

Los afloramientos al Sur, bordean la laguna en una extensión de 1km y se complementa con otro afloramiento en una lomada baja, mucho más pequeño que se encuentra a unos 2,5 km hacia el NO (Punto C – Mapa 2)



Afloramiento punto 100



Afloramientos Punto 100

Son rocas holocristalinas faneríticas de grano fino a grueso con textura alotriomorfa equigranular, color anaranjado. La composición es de feldespato potásico, cuarzo y muy poca biotita alterada. El cuarzo y los feldespatos de color anaranjado, tienen 7mm. Estas rocas alternan con bancos de textura porfírica con fenocristales de feldespato anaranjados en una pasta afanítica marrón o feldespato rosado y biotita alterada en una pasta afanítica anaranjada. En ambos casos el feldespato es idiomorfo a subidiomorfo de 2mm. Complementa el grupo una roca de textura aplítica con lineaciones de flujo que se halla en el borde sur del afloramiento y algunas venillas de cuarzo no mayor a 10 cm.



corte fresco material - punto 100

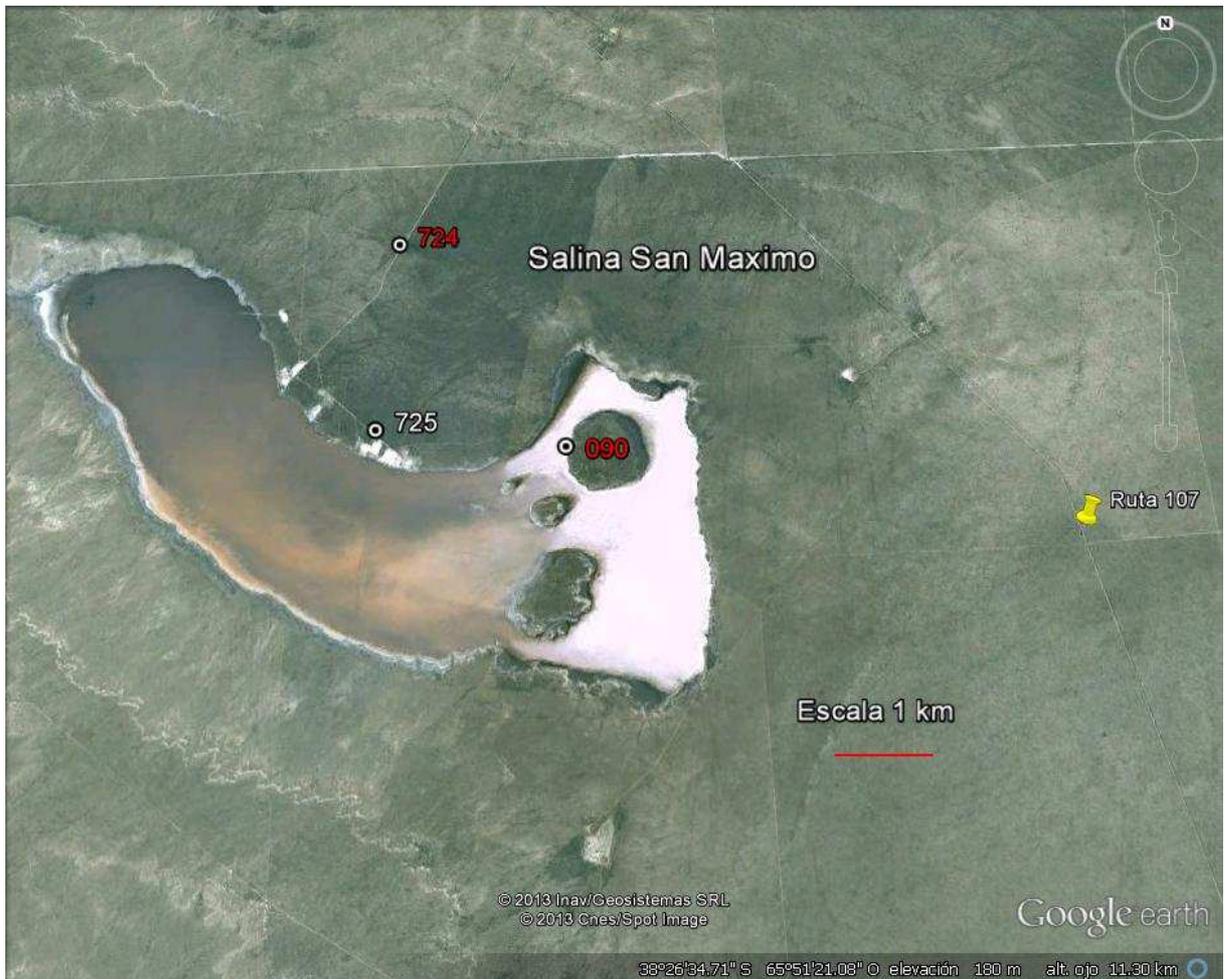


cortes frescos – material punto 100

Análisis Químico

Analyte Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
100 granito	< 2	< 0.3	5	< 0.3	1	8	2	29	0.02	3.83	5.9	440

Salina San Máximo (Ref: coordenadas GK 3509222 y 5745167).



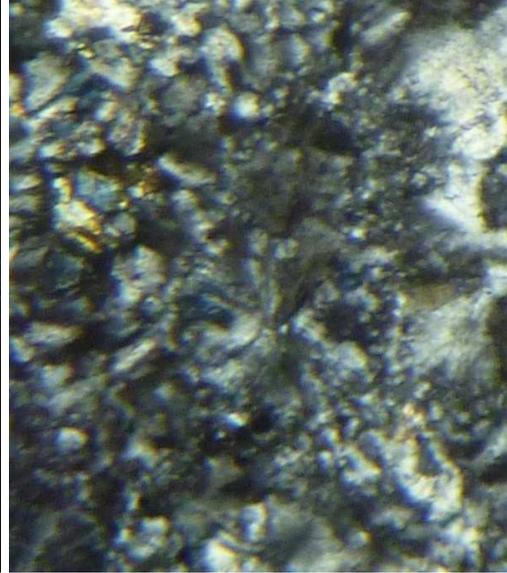
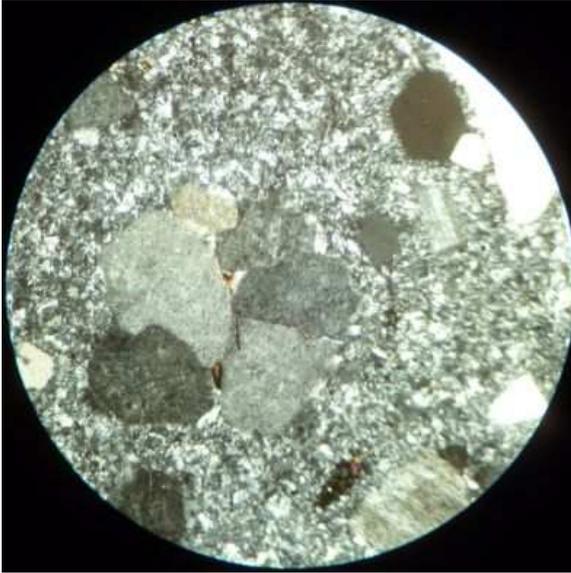
Sobre la costa norte de la salina, aparecen pequeños afloramientos de lava cristalina riolítica y en los islotes, afloran segmentos de cuerpos ígneos laminares de granitos con dirección N330 (ver mapa 3).

Lava cristalina de composición riolítica

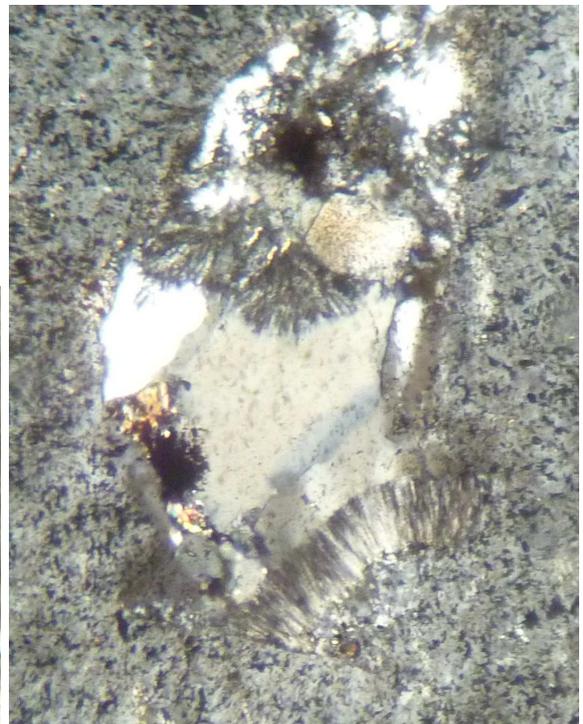
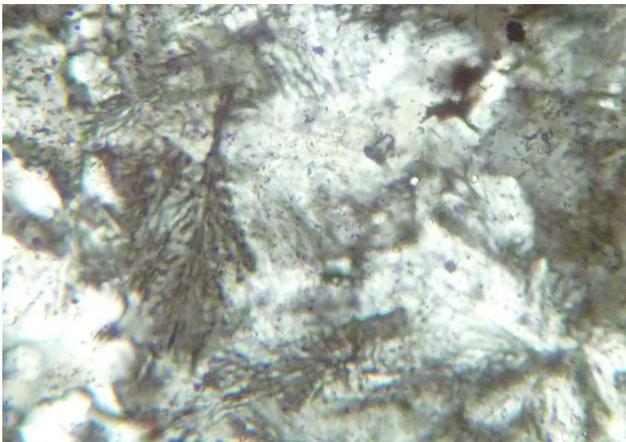


Punto 725

Roca con textura glomeroporfírica con 25% de fenocristales. Los glomerocristales están formados por feldespatos (sanidina, ortoclasa, microclino) y cuarzo, sólo cuarzo o sólo feldespato, acompañados por opacos y algunos mafitos dispersos. El tamaño de los cristales individuales es de 0,5 a 2mm. El feldespato es el más abundante, subidiomorfo y en general está alterado a arcillas. El cuarzo se presenta con formas bipiramidales o reemplazando a feldespatos y con bordes corroídos por el magma. La pasta es felsítica pero de origen secundario ya que se observan procesos de devitrificación evidenciados por una textura granofírica y esferulitas. El cuarzo y el feldespato exhiben, en partes, extinción en parches y ondulosa. Las esferulitas son del tipo plumoso pero también hay esféricas y axiolíticas en bordes de cristales o huecos dentro de los mismos. Venillas de relleno con cuarzo cruzan la pasta y en algunos sectores fracturan a los fenocristales.



cvt 3,5mm - Nc - glomérulos de feldespato –
cvt 1,4mm - Nc - Pasta granofélica y esferulitas circulares



cvt 1,4mm - Nc - Esferulitas plumosas
formadas por cristales fibrosos de feldespato potásico con estructura abierta.
cvt 1,4mm - Nc - esferulitas en abanico y axiolíticas

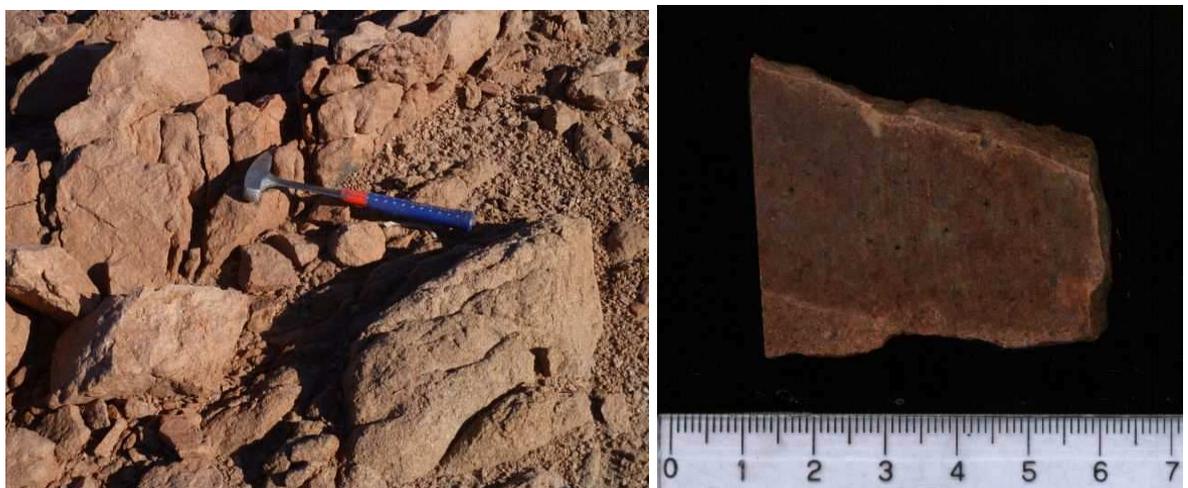
Descripción con lupa binocular de los granitos en los islotes (Punto 90 y otros, ver mapa 3)

Rocas holocristalinas faneríticas de grano fino a grueso con textura hipidiomorfa equigranular color rosado pálido, rosado oscuro o rosado blanquecino. La composición es de feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y biotita. La muestra 92 se diferencia por los feldespatos de color rojo intenso, mientras que la 94 por la gran cantidad de biotita que reemplaza otros minerales.

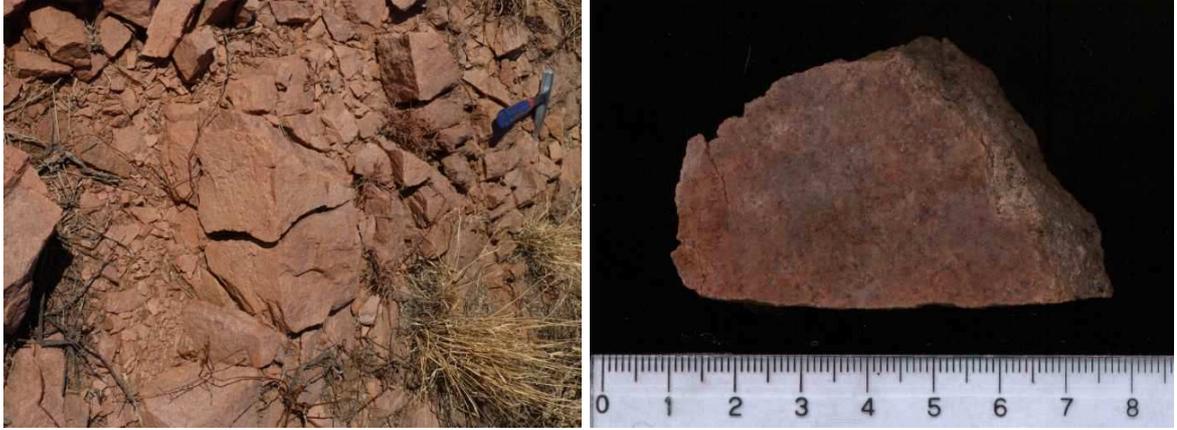
Los afloramientos están atravesados por venillas de cuarzo en 3 direcciones principales N-S, E-O y N335O. Las venillas tienen espesores desde 3mm hasta 20 cm con cuarzo blanco, rosado o gris y texturas coloformes o en drusa. En algunos casos se observan multiepisodios de relleno.



Muestra 79 - Afloramiento y corte pulido



Muestra 80 - Afloramiento y corte pulido



Muestra 81 - Afloramiento y corte pulido



Muestra 92 - Afloramiento y corte pulido



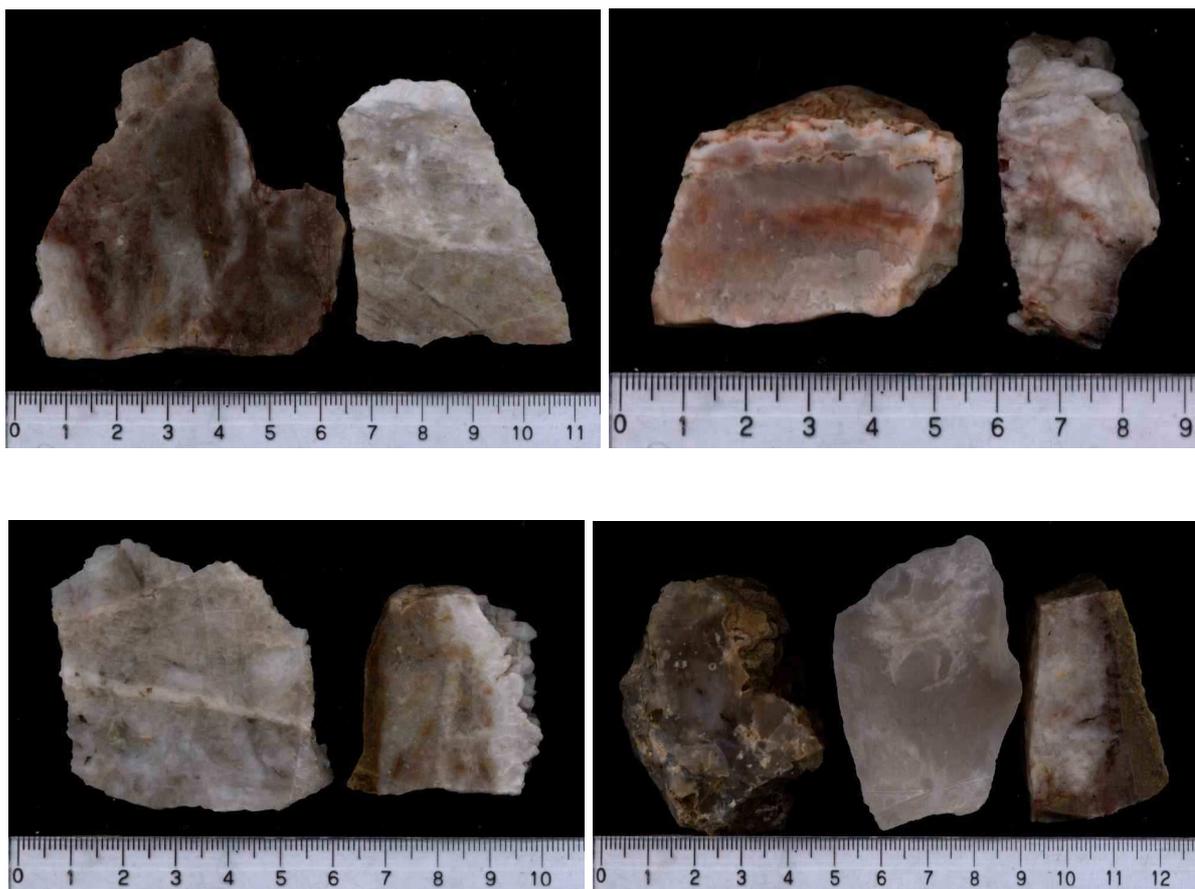
Muestra 94 - Afloramiento y corte pulido



Planos de fracturas rellenas con cuarzo



Afloramientos con venillas de cuarzo



Cortes pulidos de venillas de cuarzo

Análisis Químico

Analyte Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
090 venilla q	< 2	2.9	78	1	28	48	2	18	0.03	0.77	6.7	560
724 lava	< 2	< 0.3	28	< 0.3	1	30	3	15	< 0.01	5.73	7	780

Salina Gestau (Ref. coordenadas GK 3513669 y 5736034)



Mapa 4 – Ubicación de puntos relevados/muestras en la Salina Gestau

Las rocas ígneas se encuentran al Norte de la Salina (punto 711, Mapa 4), en unos islotes (punto 713) y hacia el sur (incluye puntos 715-718-795-802-812)

Las rocas del área son granitos e ignimbritas.

Punto A – Muestra 711. El afloramiento es de 3 metros de longitud, plano y subhorizontal, la capa inferior de color rosado es aplítica y pasa con contacto transicional a una capa rosada más clara de grano fino/medio.



Muestra 711 - Afloramientos y cortes pulidos

Punto B – Muestra 713: Cuerpo ígneo laminar (dique) en parte tapado por arenas y vegetación. El afloramiento tiene dirección N320. Ocupa un área de unos 500 metros de largo N/S por unos 200m de ancho. La zona más externa del afloramiento está conformado por superficies planas paralelas, con lineaciones de flujo y una roca de textura aplítica color rosado grisáceo mientras que hacia el centro, la roca es masiva de color rosado intenso con textura media/gruesa.



Punto 713 - Afloramiento

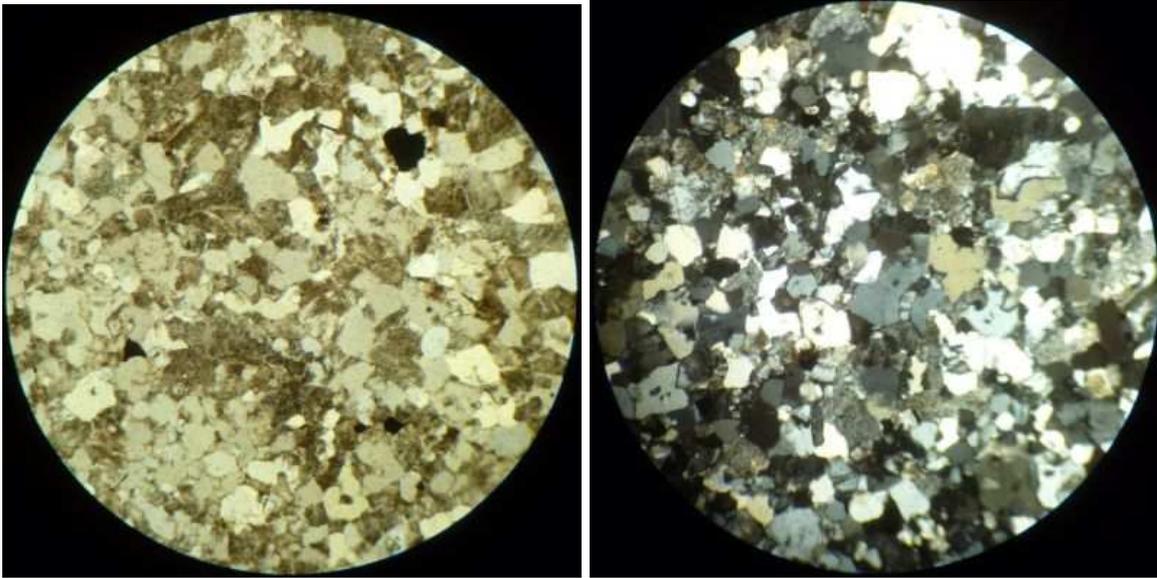


Punto 713 – Afloramientos

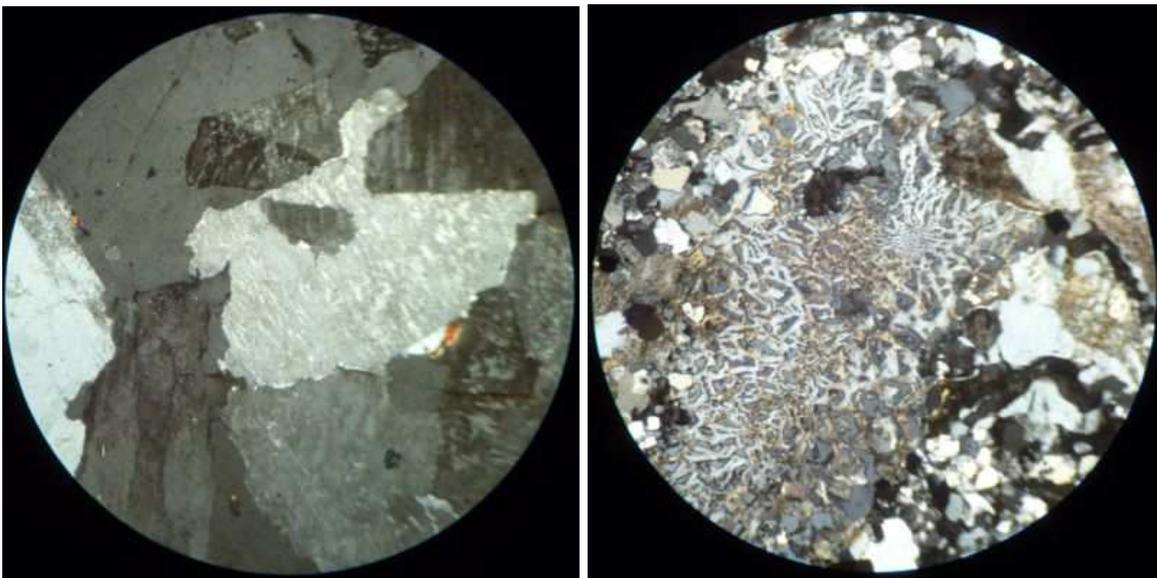


Punto 713 - cortes pulidos

Al microscopio tanto las rocas del punto A como las del B son similares, con algunas diferencias en el tamaño de grano. Son rocas holocristalinas faneríticas con textura aplítica a granosa inequigranular alotriomorfa de grano medio y micrográfica, compuesta por ortosa alterada, perfitica, y maclada según Carslsbad, microclina intersticial accesoria, cuarzo y opacos. Fragmentos de biotita cloritizada se ubican entre juntas de grano. Estos leucogranitos probablemente correspondan a la Formación Zúñiga.



cvt 3,5mm – NP/NC Textura aplítica - cuarzo, feldespato, opacos



cvt 3,5mm - Nc– Granito de textura mediana

cvt 3,5mm – NC - intercrecimiento de cuarzo y feldespato potásico – textura micrográfica

Al sur de la laguna Gestau sobresalen una serie de cerros bajos redondeados, alineados NO-SE (punto C – mapa 4) y E-O (punto D – mapa 4). Las dos alineaciones cubren una longitud aproximada de 9 km, aunque los afloramientos son reducidos y sólo sobresalen en la parte superior de los cerros. Las estructuras son: masivas con alteración catafilar, a tabulares altamente diaclasadas. Las rocas son ignimbritas cristalinas no soldadas a soldadas.

A 2,5 km del extremo sur de los cerros alineados N-S hay un afloramiento muy pequeño de granito rosado

Ignimbrita cristalina – no soldada –



Muestra 718

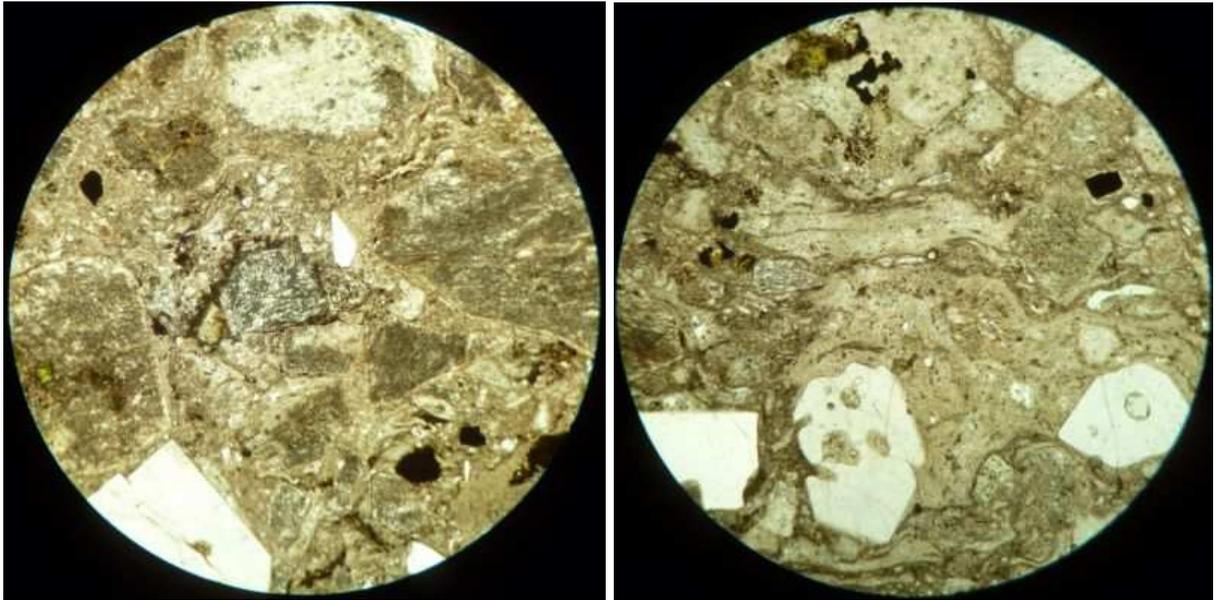


Muestra 791



Muestra tipo 718

Roca formada por cristaloclastos de cuarzo, feldespato y mafitos alterados, opacos, litoclastos riolíticos y material vitroclástico (fragmentos pumíceos y trizas) en una matriz vítrea a equigranular criptocristalina. Los cristaloclastos se presentan en tamaño seriado hasta 4 mm, con formas subhedrales y fragmentos angulares. Predomina el feldespato caolinizado o con incipiente sericita, los cristales de cuarzo son anhedrales a subhedrales, craquelados con fracturas concoideas, bordes corroidos e inclusiones desvitrificadas a un agregado anhedral de cuarzo y feldespato. El material pumíceo está desvitrificado a agregados criptocristalinos y las trizas son alargadas y cuspidadas, ubicadas preferentemente alrededor de los cristaloclastos y fragmentos pumíceos. Los litoclastos, con formas irregulares a alargadas, están formados por cristales de cuarzo y feldespato euhedrales en una matriz con esferulitas circulares. La matriz presenta fracturas estilolíticas. Estos estilolitos están rellenos de óxidos y sericita.



punto 723 cvt 3,5mm – Np - trizas vítreas - pomez

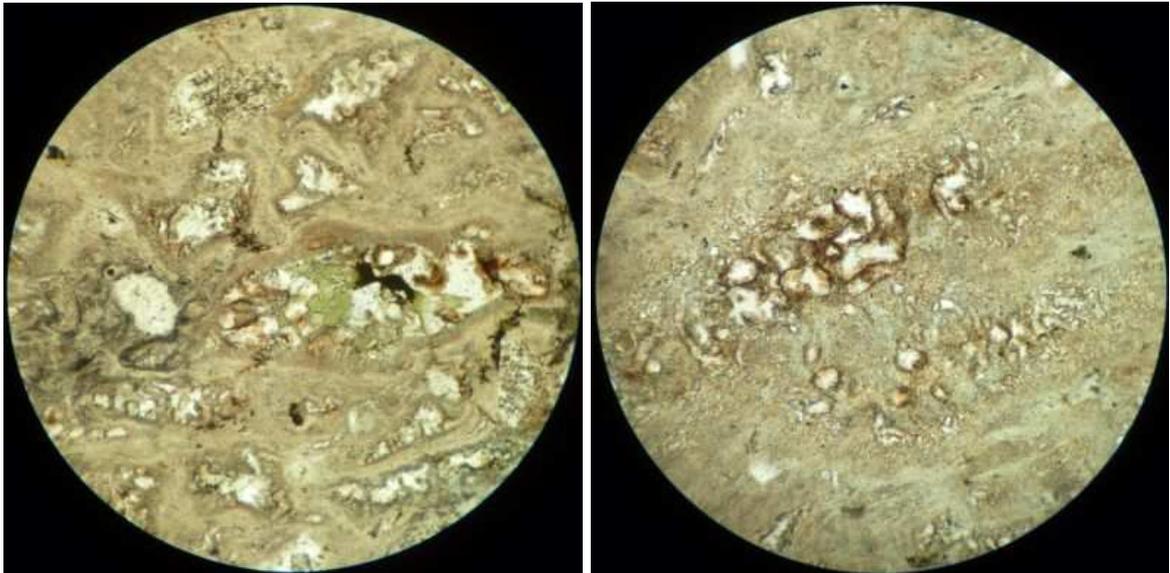
Ignimbrita soldada



Punto 802 – corte pulido

Roca con textura eutaxítica con cristaloclastos y litoclastos en una matriz vítrea. Los cristaloclastos incluyen 2% de fragmentos de cuarzo y feldespato alterados a arcillas y sericita. Las fiammes están compactadas y altamente desvitrificadas a agregados equigranulares medio a grueso y anhedrales de cuarzo y feldespato. La

desvitrificación oculta, en la mayoría de los casos, los rasgos primarios de los fragmentos pumíceos aunque en algunos sectores pueden verse vesículas relictas rellenas de cuarzo y cloritas. Los litoclastos, (2%) son de dos tipos, cristales de feldespato en una pasta granofírica y fragmentos con textura traquítica.



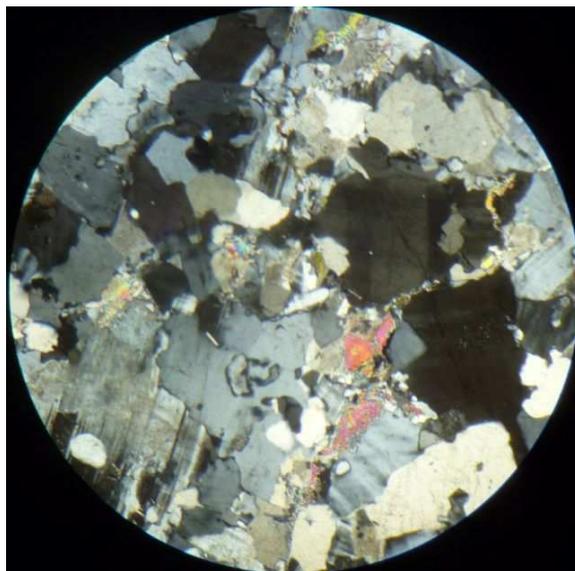
cvt 3,5mm – Np - fiammes desvitrificadas a agregados de cuarzo y feldespato - cloritas

Granito

Roca holocristalina fanerítica con textura granosa de grano medio, compuesta por feldespato alcalino, plagioclasa, cuarzo, biotita, muscovita intersticial y opacos.



Muestra 812 – corte pulido



cvt 3,5mm – Nc - Granito

Análisis Químicos

Analyte Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
812 granito	< 2	< 0.3	5	< 0.3	< 1	15	2	10	< 0.01	6.86	< 0.5	< 50
802 ignimbrita	< 2	< 0.3	3	< 0.3	< 1	25	6	45	< 0.01	7.15	8.9	1050
715 ignimbrita	< 2	< 0.3	5	< 0.3	7	24	9	56	0.01	7.76	5.7	1240
718 ignimbrita	< 2	< 0.3	8	< 0.3	< 1	23	5	56	< 0.01	7.57	3.9	1140
713 granito	< 2	< 0.3	3	< 0.3	1	17	2	6	0.01	6.48	7.2	< 50
711 granito	8	< 0.3	2	< 0.3	3	12	4	10	< 0.01	5.42	< 0.5	340
795 ignimbrita	< 2	< 0.3	5	< 0.3	3	23	4	52	0.01	7.91	6.8	740

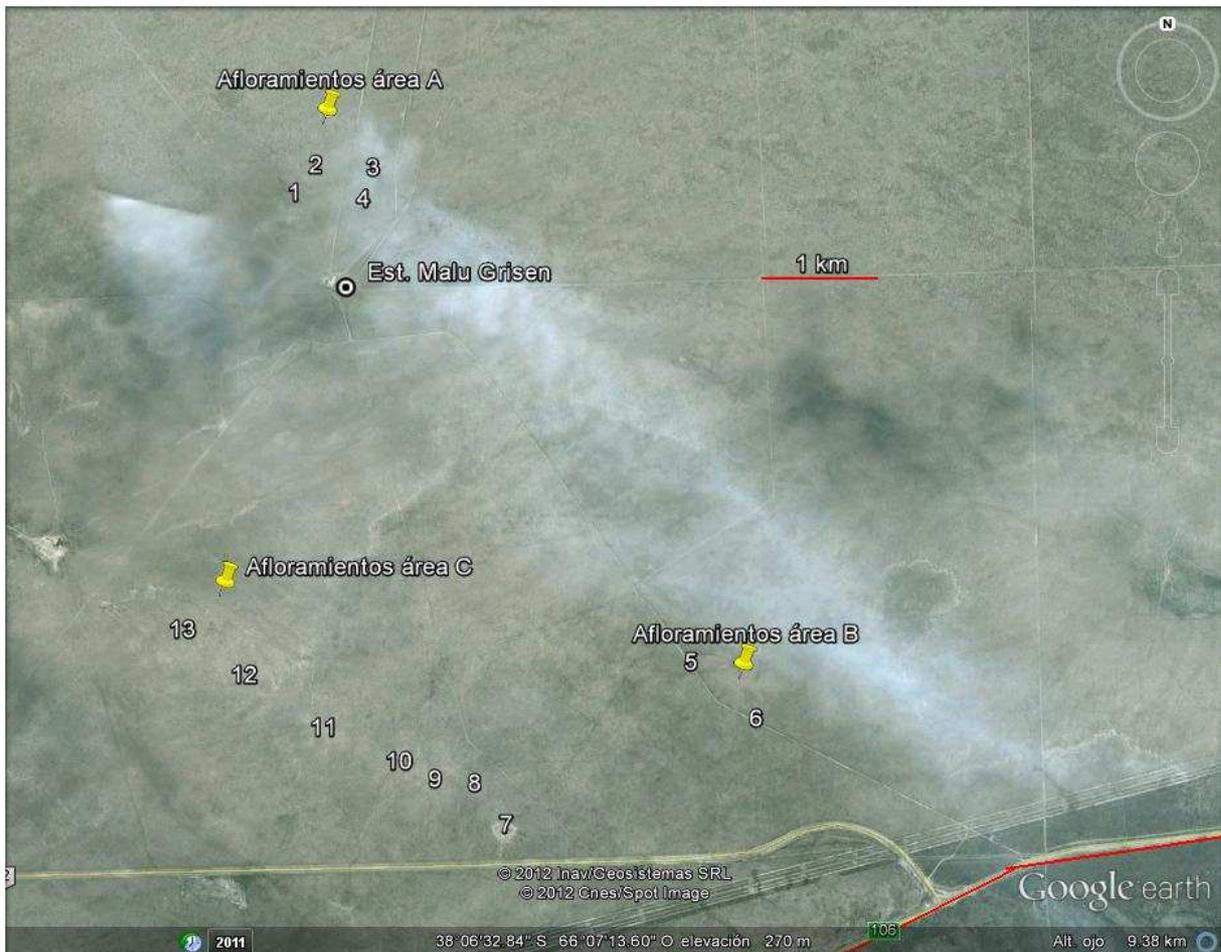


Mapa 5 – Ubicación Subregión II

Subregión 2: Está ubicada en la Hoja Geológica Gobernador Duval (Espejo y Silva Nieto, 2007) y se reconocen lavas, ignimbritas y autobrechas de ignimbritas. Para el estudio de las rocas se separaron los afloramientos en 4 áreas

- A) *Establecimiento Malú Crisen*
- B) *Establecimiento Fernández*
- C) *Establecimiento Gonzalez*
- D) *Establecimiento Las Tortugas*

1) *Establecimiento Malú Crisen*



Mapa 6 – Ubicación de puntos relevados/muestras en el Establecimiento Malú Crisen

El material de estudio está constituido por cuerpos de ignimbritas y lavas riolíticas.

Descripción petrográfica

Ignimbrita soldada de composición riolítica

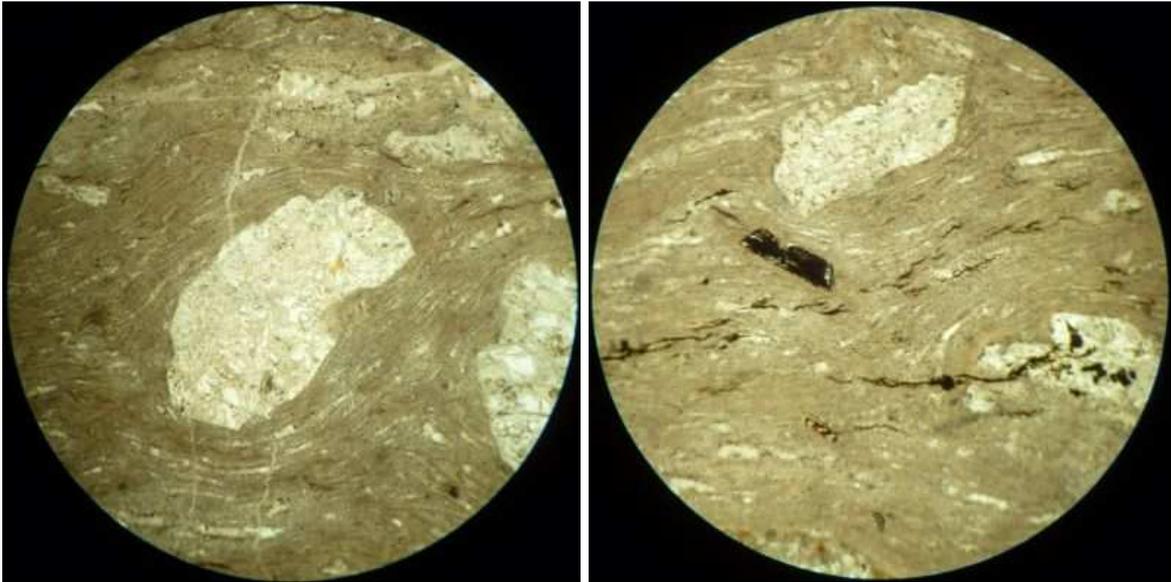
Corresponde a las muestras 1-3-5-6 (ver mapa 6)



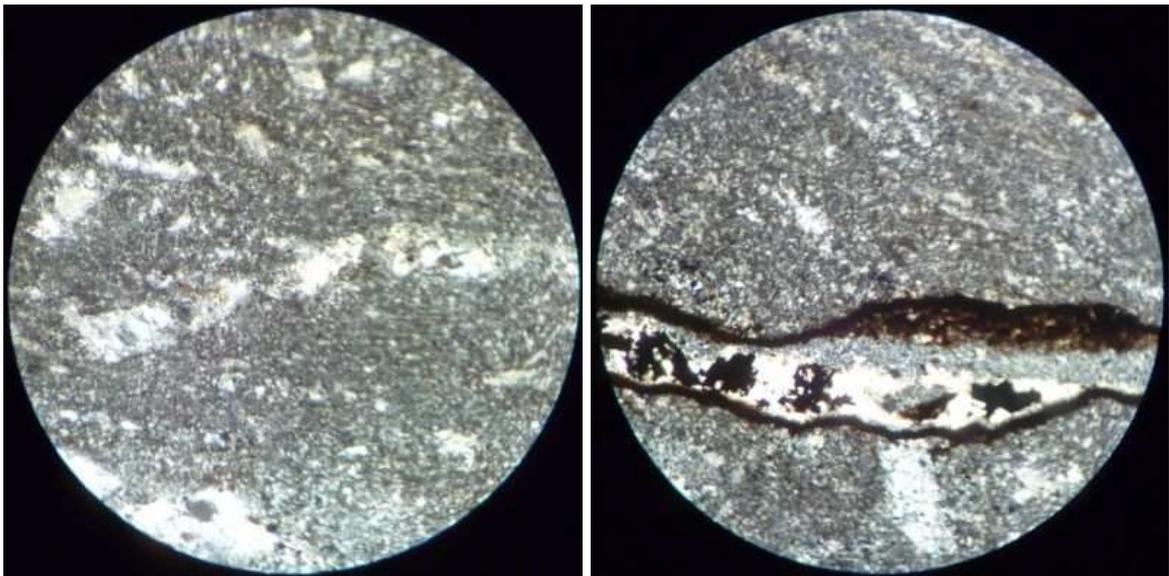
Muestra ignimbrita soldada - Afloramiento y corte pulido

Roca con textura parataxítica con cristales y fragmentos de feldespato y cuarzo en una matriz soldada. Los rasgos texturales de los fragmentos juveniles (fiamme) han sido modificados por desvitrificación a un agregado equigranular de cuarzo y feldespato potásico y se han desarrollado estilolitos paralelos a la foliación, con formas anastomosadas, rellenos de material opaco y calcita. Tanto los fragmentos de cristales como los agregados equigranulares de feldespato y cuarzo se encuentran alterados a sericita y calcita.

La muestra 3 tiene venillas con sericita y biotita hidrotermal.



cvt 3,5mm – Np - textura parataxítica y estilolitos rellenos de óxidos



cvt 1,4mm -Nc - agregado equigranular sericitizado –

cvt 1,4mm -Nc - Estilolitos anastomosados, rellenos de calcita y cuarzo equigranular microcristalino

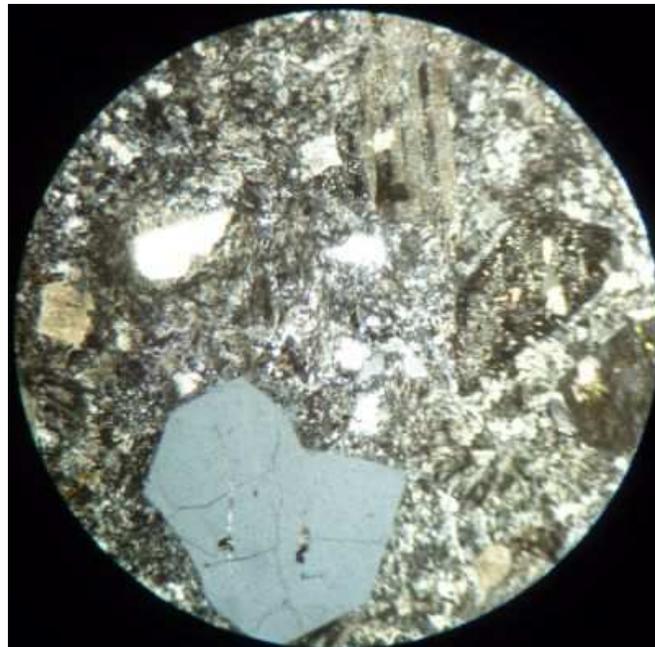
Lava riolítica

Corresponde a las muestras 7 a 13 (ver mapa 6)

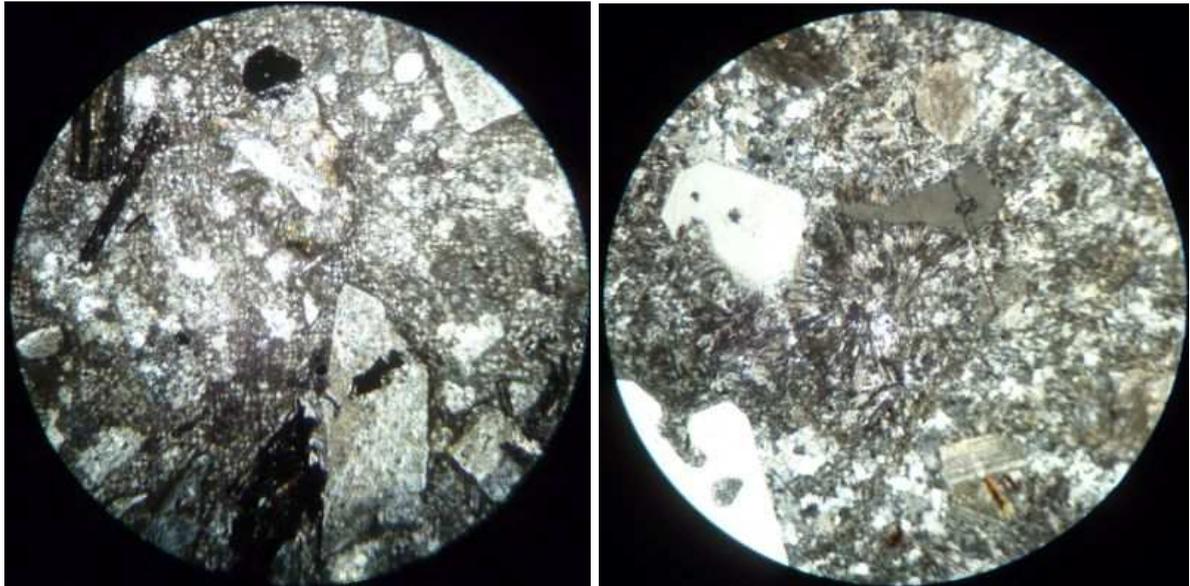


Muestra 7 a 13 – afloramiento y corte pulido

Rocas con textura porfírica formadas por cristales de plagioclasa, cuarzo, mafitos muy alterados y opacos en una pasta de cuarzo y feldespato, desvitrificada esferulítica. La plagioclasa está reemplazada por calcita o sericita, el cuarzo presenta fracturas jigsaw y engolfamientos, mientras que los mafitos suelen estar reemplazados por epidoto u opacos.



muestra 7 – corte al microscopio



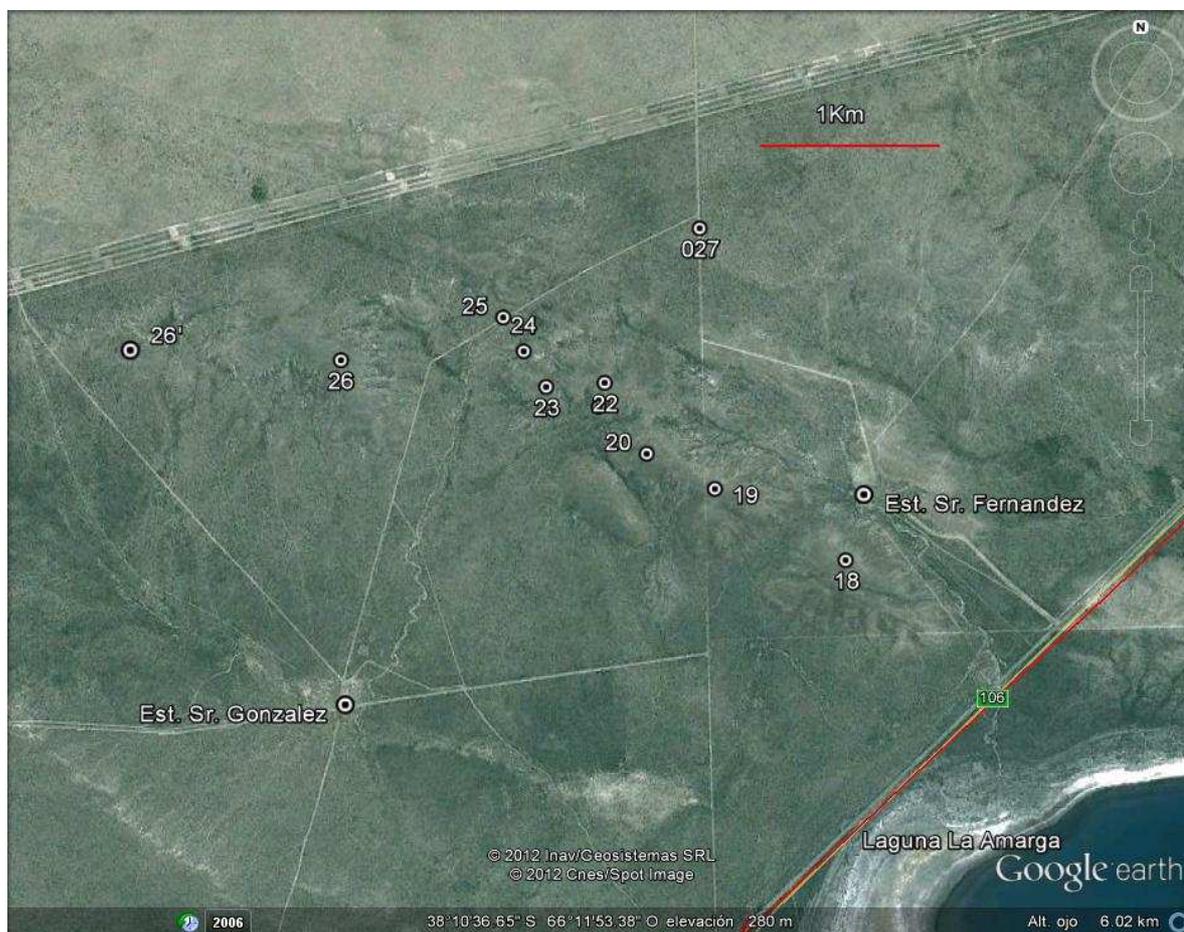
cvt 3,5mm – Nc - cuarzo con engolfamientos y textura jigsaw

cvt 3,5mm – Np –matriz con esferulitas

Análisis químicos

Analyte	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Symbol												
Unit												
Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection												
Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
006 ignimbrita	< 2	< 0.3	5	< 0.3	2	15	3	16	0.02	6.71	5.9	480
008 lava	< 2	< 0.3	9	< 0.3	2	16	8	44	0.02	7.52	10.8	880
003 ignimbrita	< 2	< 0.3	6	< 0.3	2	24	5	27	0.05	7.05	7	1240

2) Establecimiento Fernández



Mapa 7 – Ubicación de los puntos relevados/muestras en el Est. Fernández

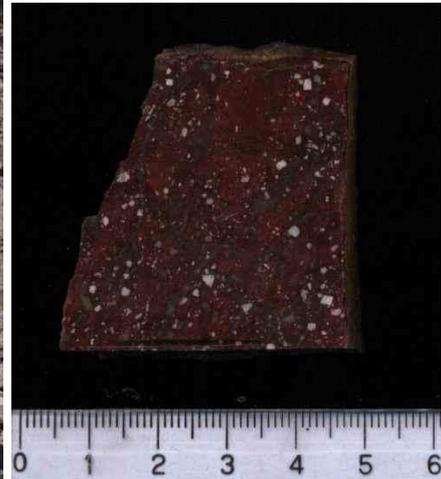
Los afloramientos están conformados por ignimbritas y autobrechas de ignimbritas. En algunas zonas se encuentran venillas de cuarzo de relleno.



Muestras 18-19-20-22 - afloramientos



Muestra 20 y 20' al Oeste de la Laguna La Amarga
Ignimbrita compactada



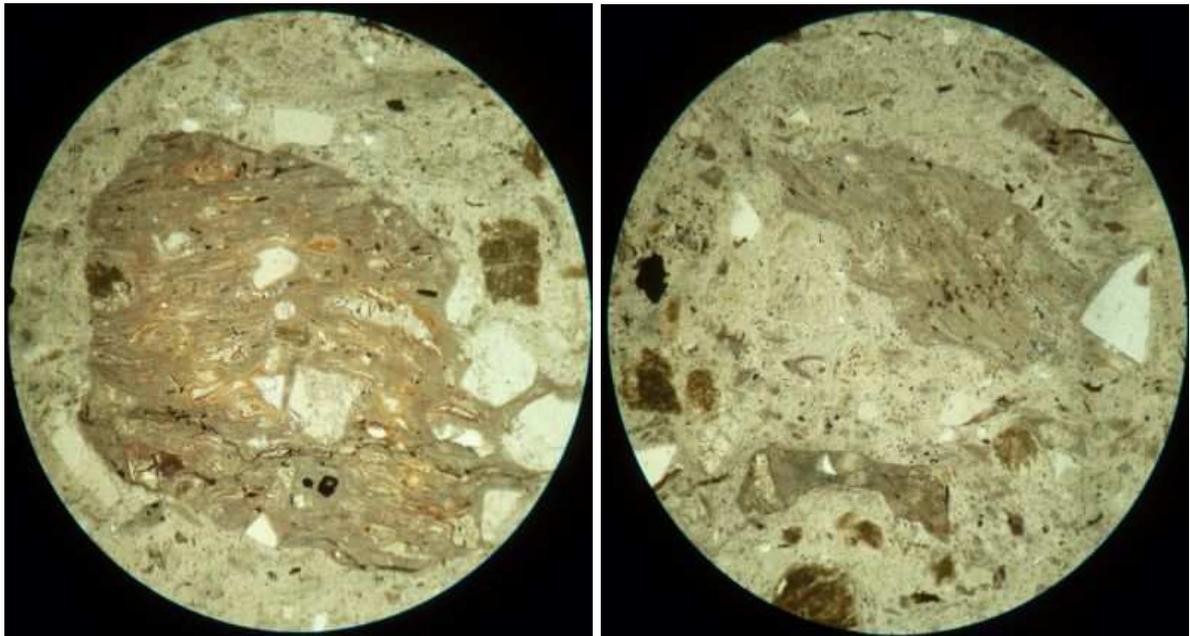
Muestra 23 - 24 – afloramiento y corte pulido - Autobrecha

Ignimbrita riolítica medianamente compactada

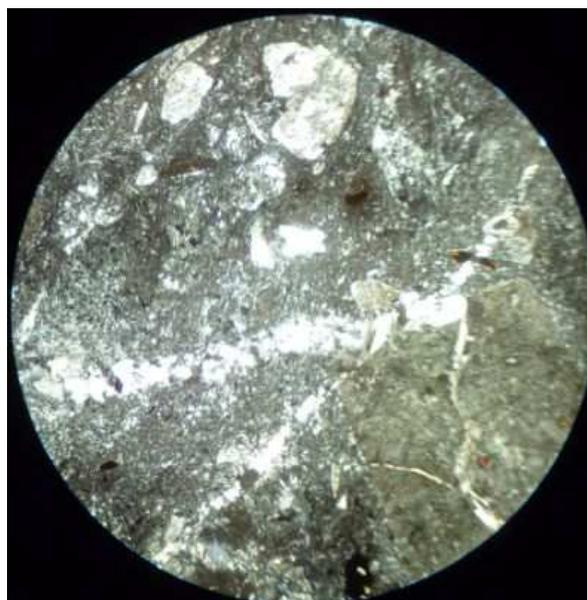
Muestra 20

Roca con textura porfírica con 30% de fenocristales en una pasta microcristalina. Al microscopio se observan cristaloclastos de cuarzo, feldespato, biotita y accesoriamente allanita, además de material vitroclástico (pómez y triza), en una pasta con agregados criptocristalinos. Los cristaloclastos tienen tamaños entre 2 y 0,5mm. Los cristales de cuarzo suelen presentar bordes con engolfamientos mientras que el feldespato está caolinizado. Los litoclastos son riolíticos irregulares a estirados. El material pumíceo está sin compactar o apenas compactado y muy alterado a cuarzo y feldespato anhedral. Tienen formas tipo *flame*, tipo *bow tie*, tipo

wedge y alineaciones subparapelas que corresponden a vesículas con formas tubulares elongadas. Las trizas vítreas son fragmentos curvoplanos, que están estirados y recristalizados a cuarzo anhedral. La matriz está recristalizada a un cuarzo fino y cruzada por venillas de relleno de cuarzo anhedral de hasta 2 mm. Estas venillas cortan fragmentos y pómez en su recorrido y en algunos sectores están fracturadas y levemente movilizadas.



cvt 3,5mm -Np -fragmentos pumíceos - Muestra 20

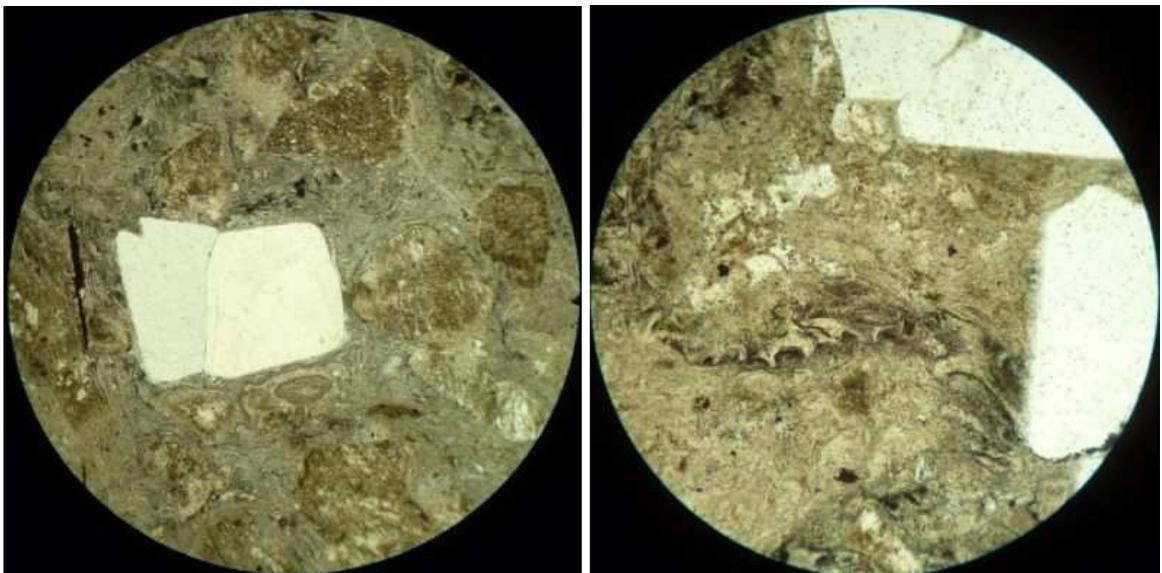


cvt 3,5mm -Nc- venillas de cuarzo anhedral

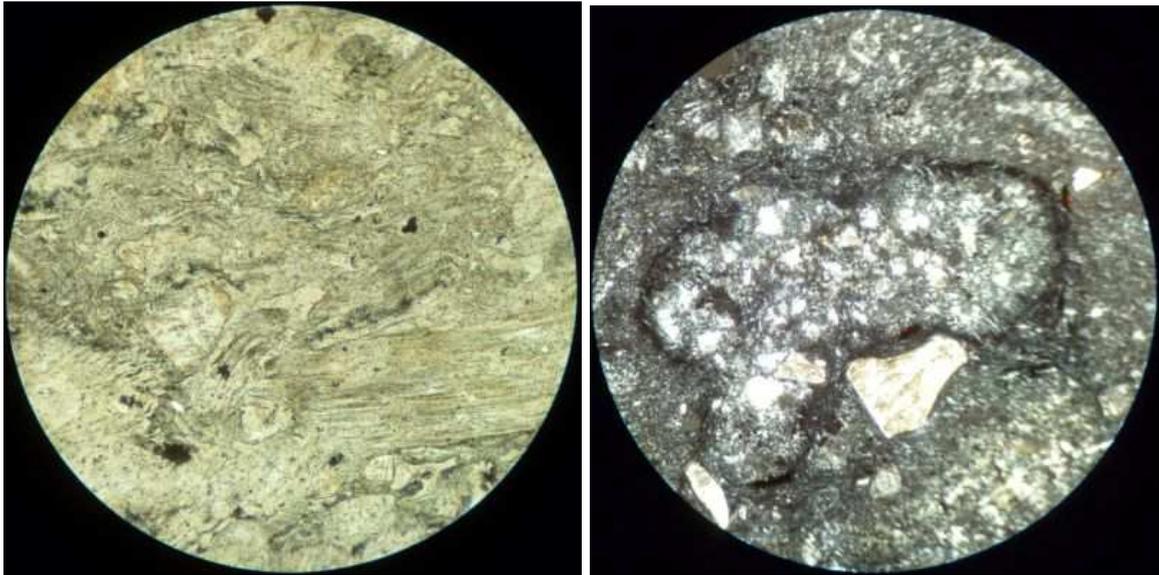
Autobrecha de Ignimbrita

Muestra 23

Rocas clasto soportadas formadas por 80% de material vitroclástico (pómez y triza), 5% de cristales y cristaloclastos, 5% de litoclastos, en una pasta desvitrificada a cuarzo microcristalino. El material pumíceo predominante está tanto compactado como no compactado y muy alterado a cuarzo y feldespato anhedral. Tienen formas tipo *flame*, tipo *bow tie*, tipo *wedge* y alineaciones subparapelas que corresponden a vesículas con formas tubulares elongadas. Las trizas vítreas son fragmentos tanto cuspidales como curvoplanos, que están aplastados o estirados y plegados. Los cristales son predominantemente cuarzo.



cvt 3,5mm -Nc- autobrecha - trizas vítreas debajo de los fenocristales – vesículas remarcadas por microlitos



cvt 3,5mm –Np - trizas vítreas - cvt 3,5mm –Nc - fragmento lítico irregular

Análisis Químico

Analyte Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
018												
ignimbritas	< 2	< 0.3	3	< 0.3	4	26	3	30	< 0.01	6.82	7	530
023	< 2	< 0.3	3	< 0.3	< 1	26	2	27	< 0.01	7.01	7.5	100

3) Establecimiento Gonzalez – (ver mapa 7)

Corresponde a las muestras 25-26-26'

Las rocas son similares a las encontradas en las muestras 7 a 13 del Est. Malu Crisen

Lava riolítica

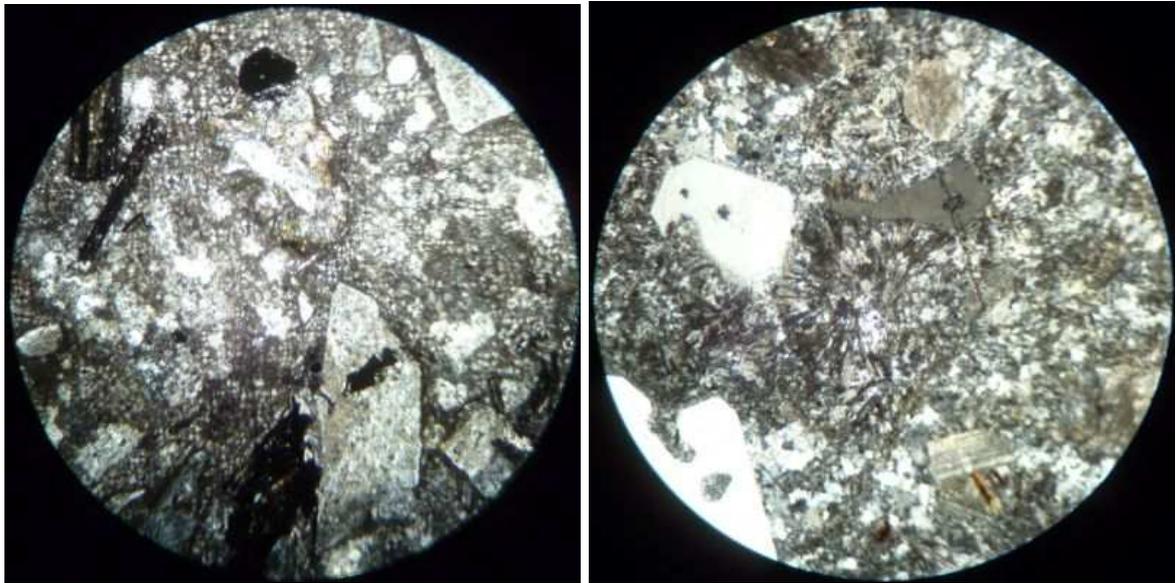


Muestra 26 – Afloramiento y corte pulido

Rocas con textura porfírica formadas por cristales de plagioclasa, cuarzo, mafitos muy alterados y opacos en una pasta de cuarzo y feldespato, desvitrificada esferulítica. La plagioclasa está reemplazada por calcita o sericita, el cuarzo presenta fracturas jigsaw y engolfamientos, mientras que los mafitos suelen estar reemplazados por epidoto u opacos.



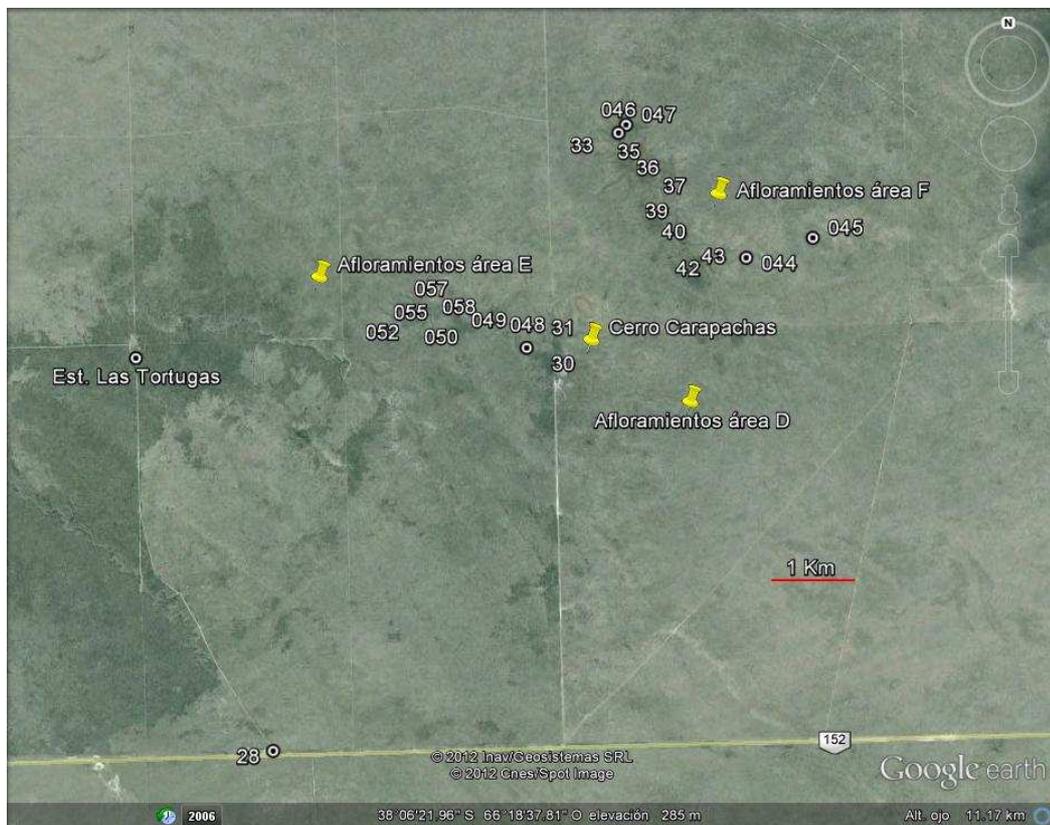
Muestra 7 – al microscopio



cvt 3,5mm – Nc - cuarzo con engolfamientos y textura jigsaw

cvt 3,5mm – Np –matriz con esferulitas

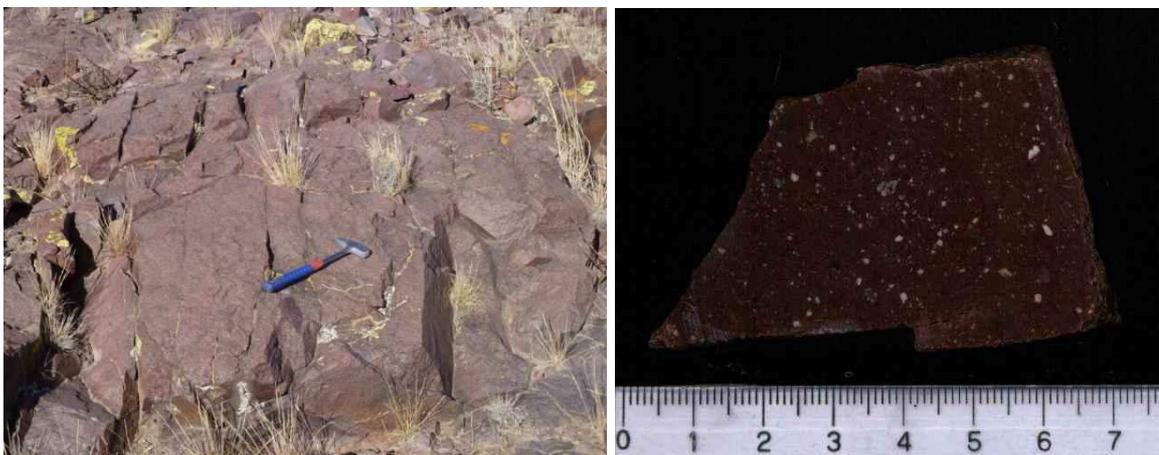
4) Establecimiento Las Tortugas: sector E, D y F



Mapa 8 – Ubicación de puntos relevados/muestras en el Est. Las Tortugas

El área está constituida por ignimbritas y lavas. La alteración más importante es la sericitización, complementariamente la carbonatación, biotita hidrotermal y cuarzo en venillas.

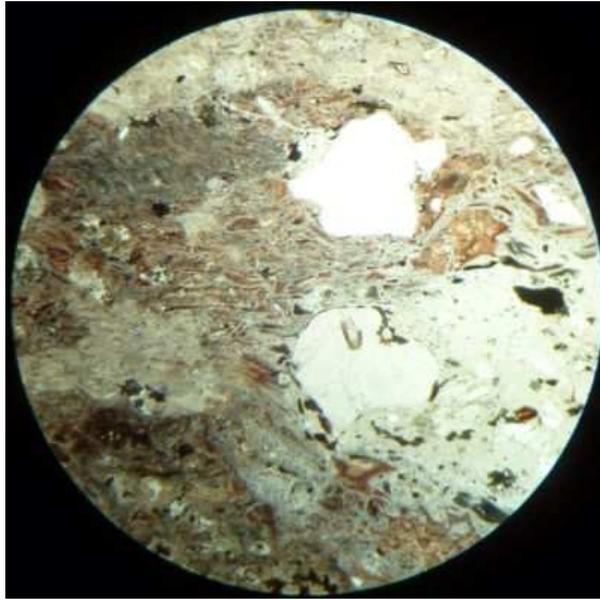
Ignimbritas sin compactar a parcialmente compactadas
Corresponden a las muestras 30-33-35-45-51-52-57



Muestra 35 – afloramiento y corte pulido

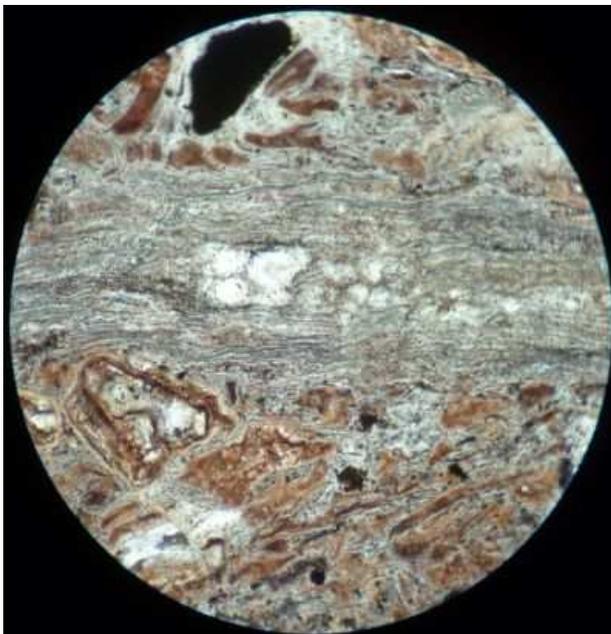
Roca con textura porfírica, constituida por una matriz caracterizada por la presencia de fragmentos pumíceos y de vidrios aplastados y alineados entre los que se destacan litoclastos y cristales de feldespato, cuarzo y biotita subhedral a fragmentaria hasta 3 mm. Como minerales accesorios se encuentra diseminado o en venillas clorita, piemontita y epidoto, circón y apatita-monacita. Los fragmentos pumíceos son elongados y ondulados. Predominan las formas moderadamente compactadas y no compactadas con vesículas rellenas de cuarzo y feldespato anhedral. También con vesículas rodeadas o rellenas de clorita. Las trizas están aplastadas y estiradas, alineadas en la matriz y rodeando a cristaloclastos y vitroclastos. Los litoclastos son redondeados porfíricos con pasta felsítica rodeados de trizas vítreas con minerales opacos.

Algunas rocas de la zona tienen estilolitos y cristaloclastos con sericita, otras venillas de cuarzo en peine con centro de circón.



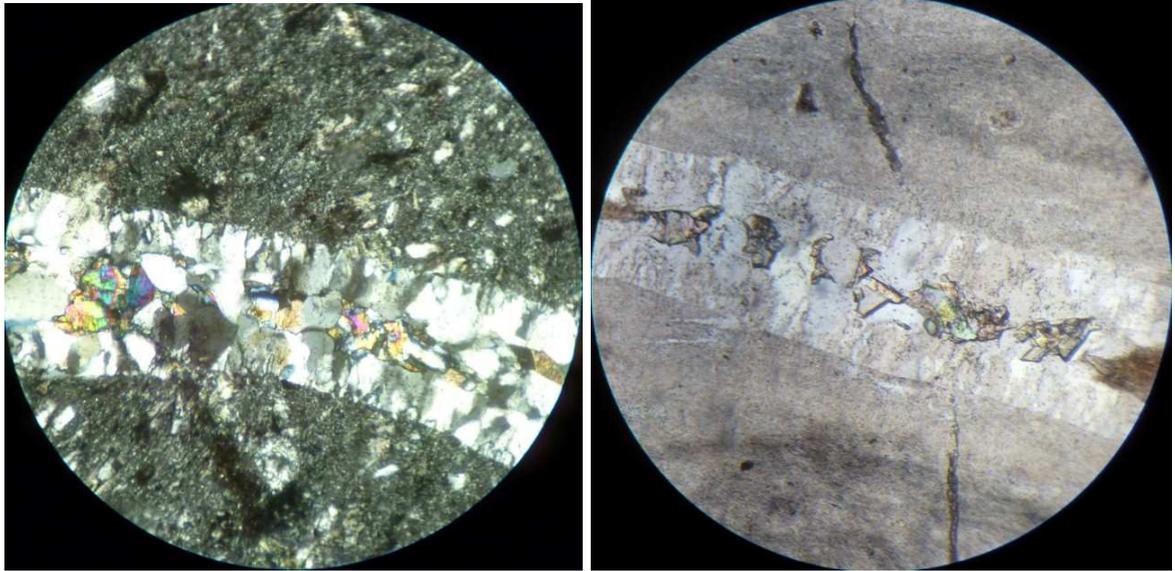
cvt 3,5mm –Np - Fragmentos pumíceos en matriz de trizas vítreas (anaranjado)

cvt 3,5mm – Nc - Vesículas estiradas y rellenas de cuarzo

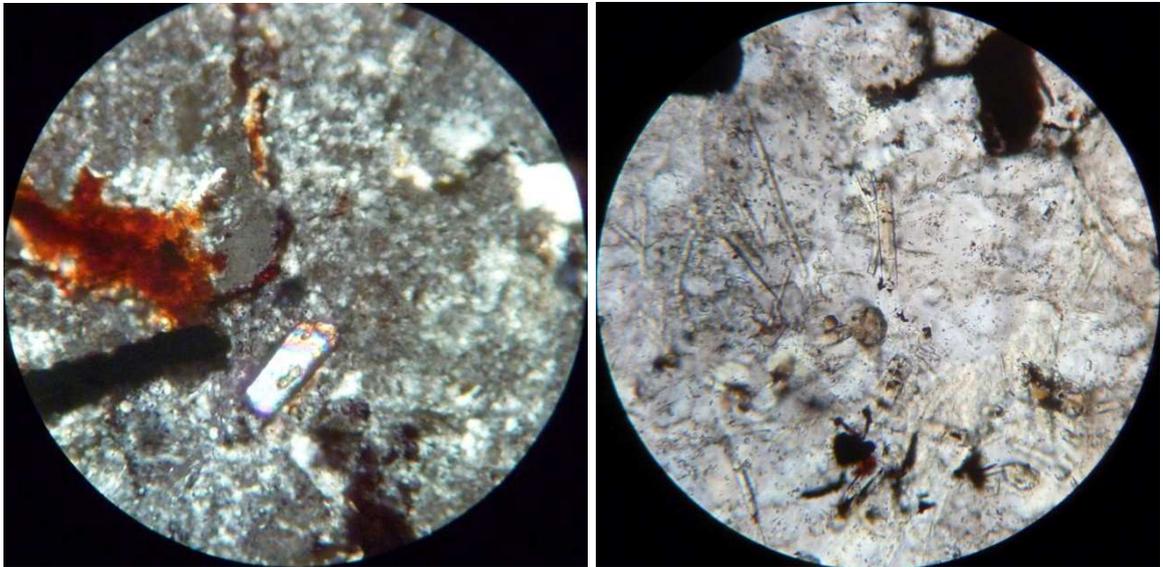


cvt 3,5mm – Nc - esferulitas esféricas recristalizadas a cuarzo

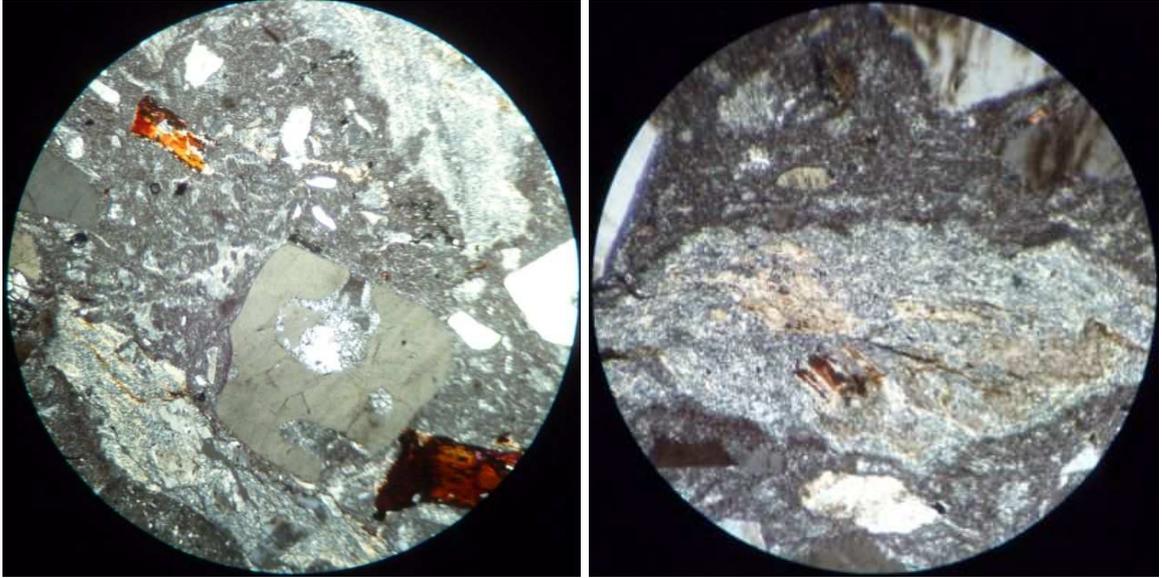
cvt 1,4mm – Np - venilla de relleno de cuarzo en peine, con centro de epidoto y circon



cvt 1,4 mm – Nc izquierda – Np derecha: venillas de cuarzo y circón



cvt 1,4 mm izquierda Nc – circón; derecha Np apatita-monacita

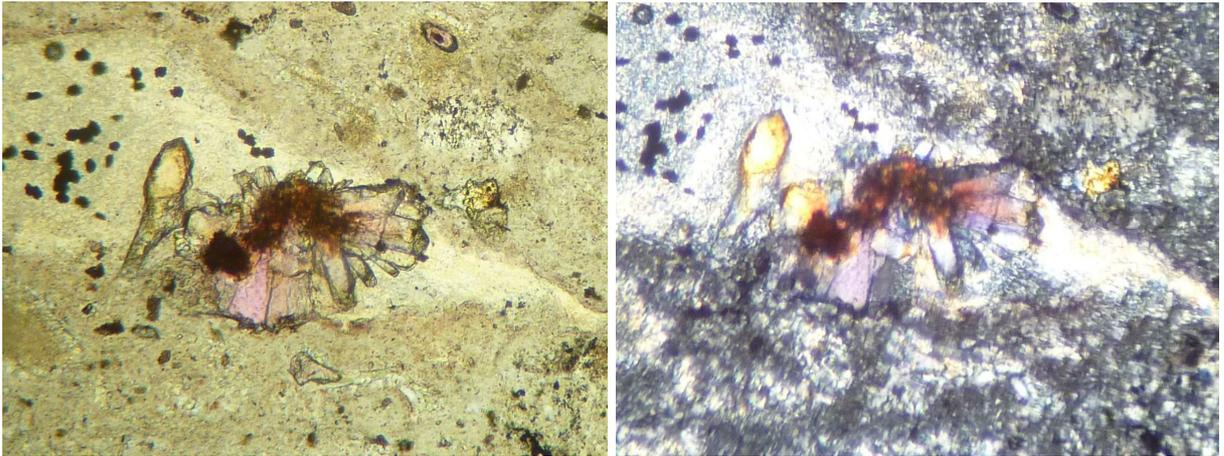


cvt 3,5mm -Nc - Cuarzo con engolfamientos e inclusiones – fragmentos pumíceos
y trizas vítreas sericitizadas

cvt 1,4mm -Nc - Fragmento pumíceo sericitizado, con calcita y estilolitos



cvt 3,5mm -Nc - Fragmento pumíceo con esferulitas



cvt 0,56mm – Np/ Nc – cristales de piemontita y clinzoisita

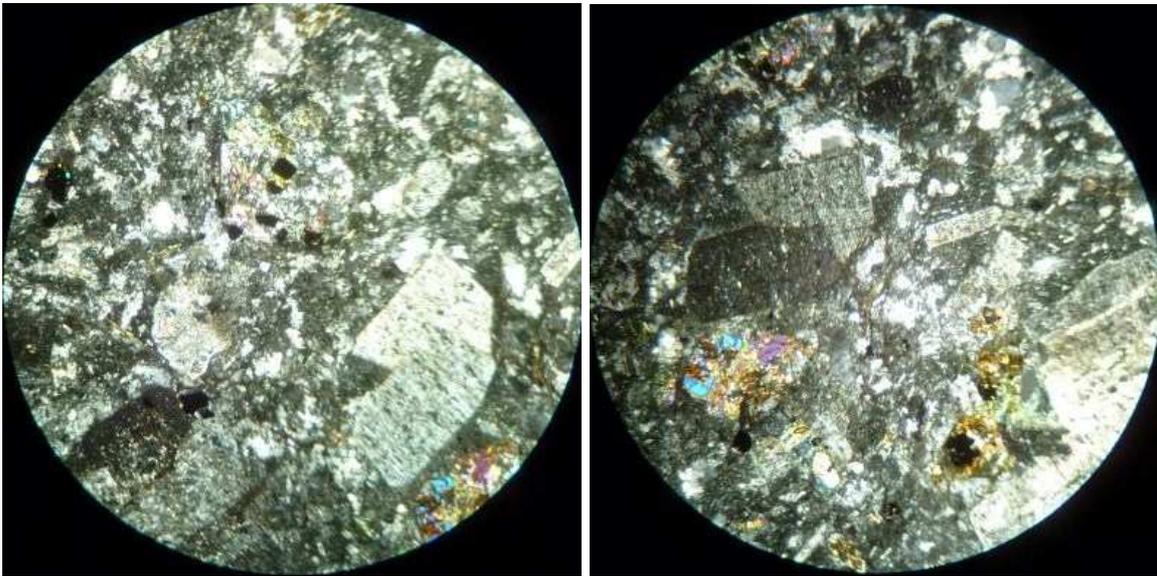
Lavas de composición andesítica

Corresponde a las muestras 38-58



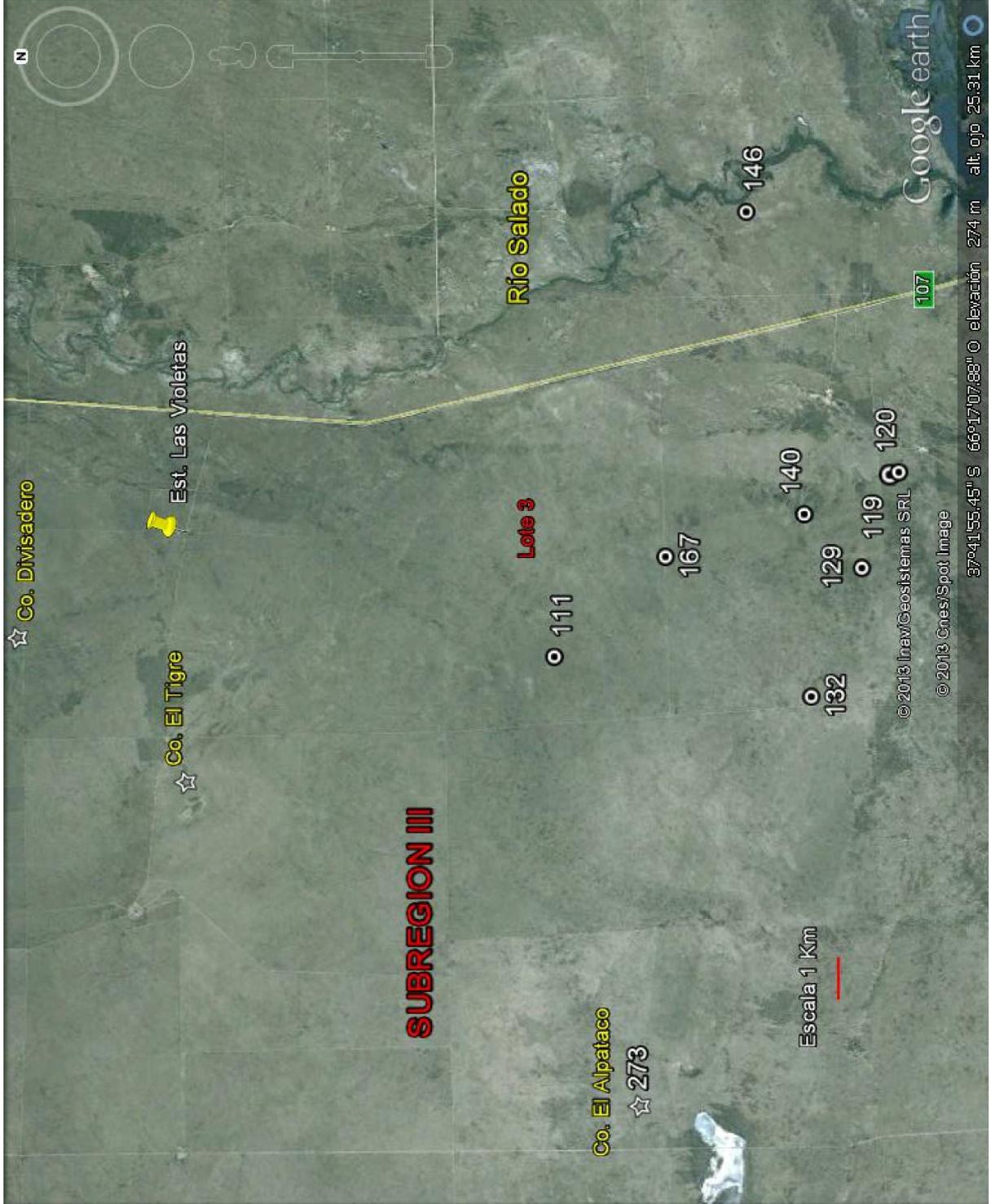
Muestra 38 - 58

Roca con textura porfírica fluidal, con fenocristales de plagioclasa, biotita, piroxenos y anfíboles en una pasta de agregados de cuarzo y feldespato con esferulitas. Las plagioclasas tienen un tamaño de 4-5 mm, 2mm y microlitos dispersos. Están alterados a epidoto, calcita y arcillas. Los mafitos se encuentran alterados a cloritas, zeolitas, y epidoto.



cvt 3,5mm – Muestra 38

Analyte													
Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba	
Unit	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	
Detection													
Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50	
45 ignimbrita	< 2	< 0.3	4	< 0.3	< 1	22	3	24	0.02	6.27	10.2	710	
30 ignimbrita	< 2	< 0.3	6	< 0.3	4	27	5	32	< 0.01	7.33	7.7	750	
38 lava	< 2	< 0.3	14	< 0.3	2	18	11	66	0.02	8.52	10.8	850	
46 ignimbrita	< 2	< 0.3	4	< 0.3	1	24	4	32	< 0.01	7.01	11.1	760	
49 ignimbrita	< 2	< 0.3	14	< 0.3	4	26	7	41	0.01	7.02	36	640	
55 ignimbrita	< 2	< 0.3	14	< 0.3	< 1	21	3	21	0.01	6.33	10.1	490	
52 ignimbrita	< 2	< 0.3	3	< 0.3	6	24	6	45	0.02	11.9	4.8	850	

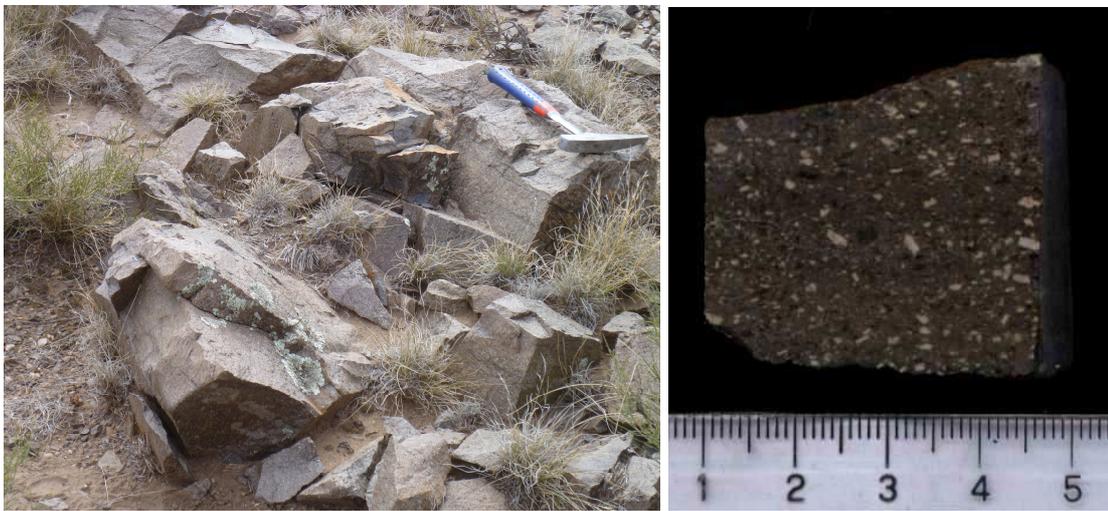


Mapa 9 - Ubicación Subregión III

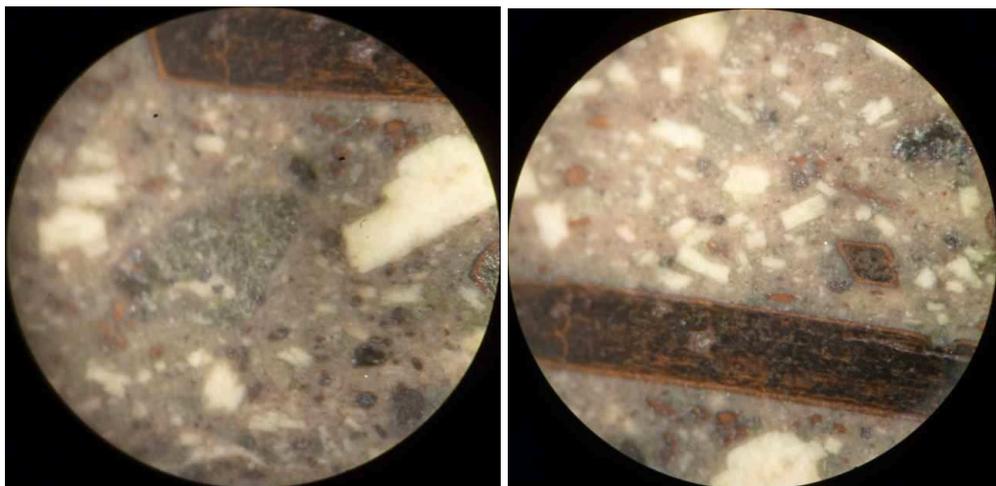
Subregión 3 –Sierras Carapacha Grande: ubicada en la Hoja Geológica La Reforma (Melchor y Casadío, 2000). Predominan las lavas y brechas andesíticas con alteración propilitica, también lavas dacíticas, y granitos (ver mapa 9)

Lavas andesíticas

Corresponden a las muestras 119, 120, 132, 140/145, 167/ 168, 146



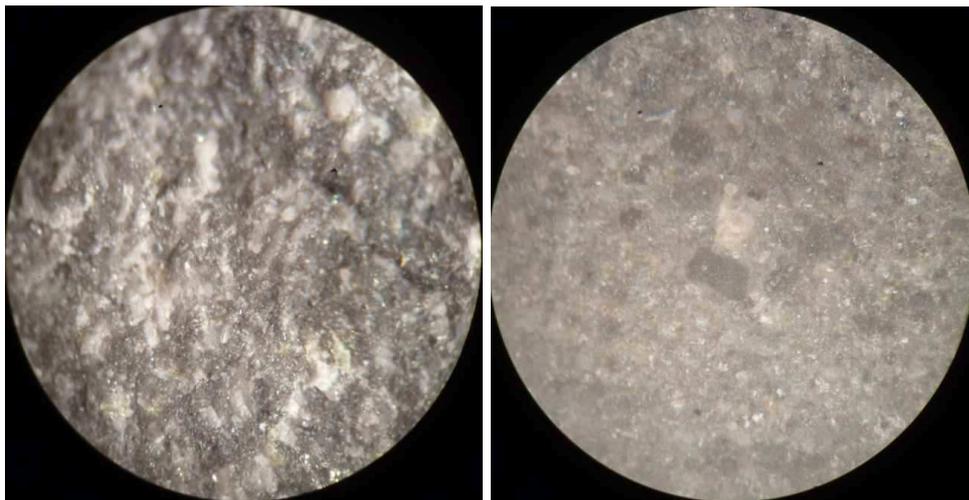
Muestra 119 - Afloramiento y corte pulido



Muestra 119 -Imagen de lupa binocular- 5mm
Plagioclasa-hornblenda con bordes de oxidación-epidoto



Muestra 120 -Afloramiento

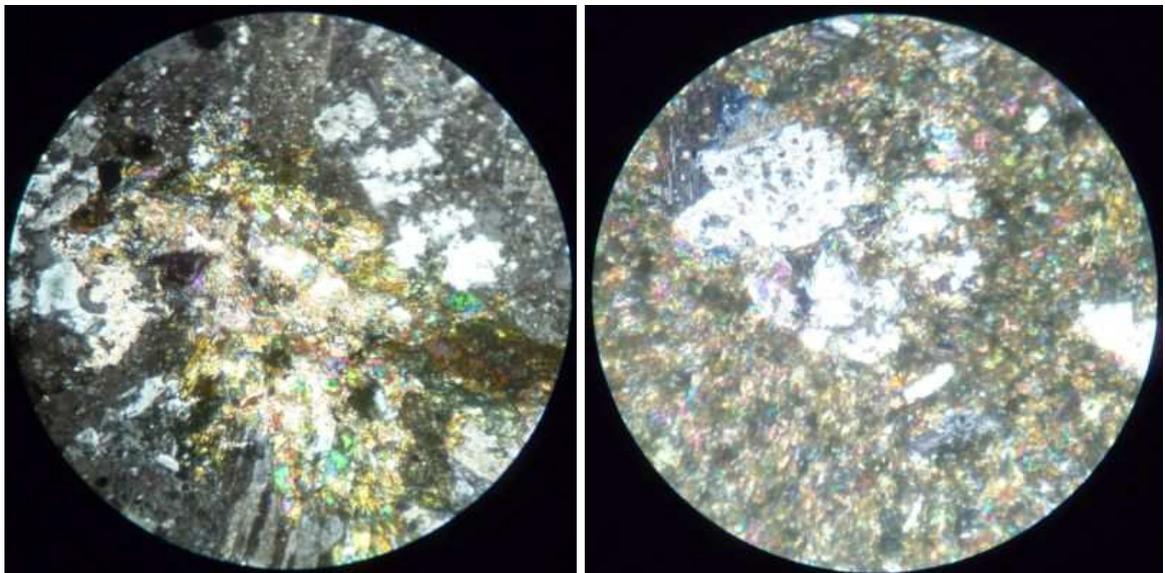


Muestra 120 - Imagen de lupa binocular - 5mm
Opacos sobre cristales y diseminados en la pasta

Descripción petrográfica: Textura porfírica fluidal caracterizada por la presencia de fenocristales de plagioclasa y hornblenda en una pasta fanerocristalina y vidrio volcánico. Predominan los fenocristales de plagioclasa con cristales euhedrales entre 3 y 1 mm caolinizados, y anfíboles euhedrales de hasta 5 mmn con bordes de oxidación o cubiertos de óxidos. La pasta fanerocristalina está formada por plagioclasa, biotita? alterada, piroxenos, opacos y en algunas muestras apatito diseminado. Los minerales de alteración son: clorita y epidoto.



cvt 3,5mm -Nc – Textura porfírica – cvt 3,5mm -Nc - hornblenda



cvt 1,4mm -Nc – epidoto en fenocristales de plagioclasa.

cvt 3,5mm -Nc– epidoto y cuarzo

La brecha andesítica tiene clastos de tamaño seriado hasta 15 cm, siendo los de mayor tamaño, parcialmente redondeados. Estos clastos son de gneises,

granitos, pegmatitas, andesitas moradas, metabasitas epidotizadas, riolitas y grauvacas (Llambías, 1975).



Punto 122-123 - Afloramiento de brecha

Lava de composición dacítica

Corresponden a las muestras 111, 129



Punto 111 - Corte pulido – (muestra a)

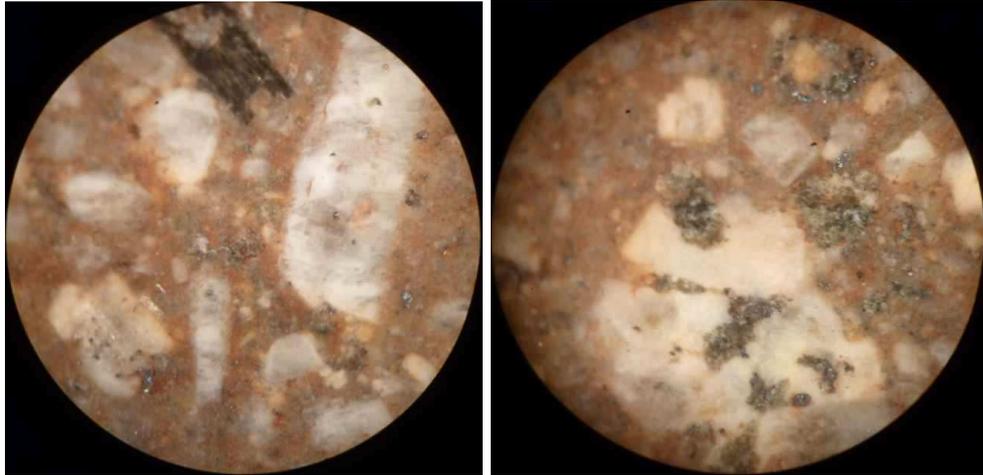
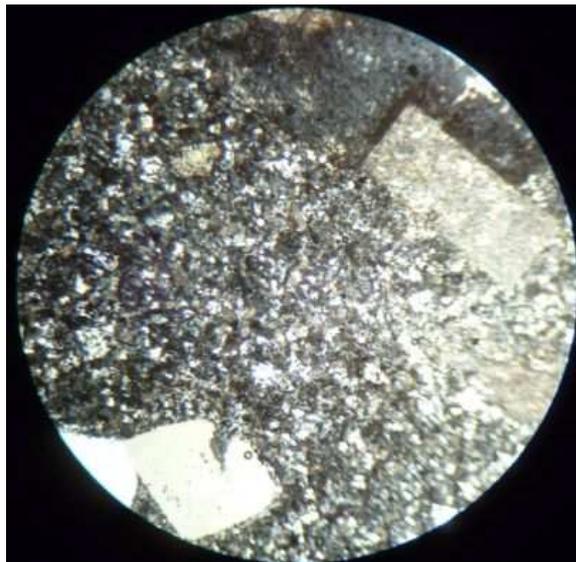


Imagen a la lupa binocular – 5 mm Muestra - 111

Rocas con textura porfírica, con fenocristales de hasta 4mm en una pasta microcristalina de cuarzo y feldespato. Los fenocristales son de plagioclasa, cuarzo y mafitos con formas subhedrales. El feldespato, algunos mafitos, y cristales de la pasta, están alterados a caolin, calcita y sericita, mientras que el cuarzo tiene los habituales engolfamientos. Los cristales de la pasta son subeuhedrales a anhedrales en rompecabeza.



cvt 3,5mm -Nc – cuarzo – plagioclasa seritizada y pasta microcristalina.

Granito

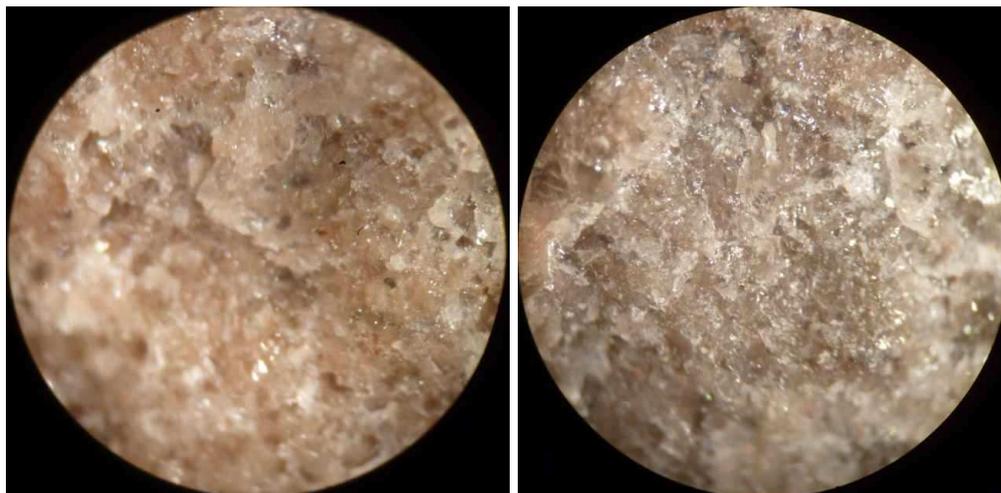
Muestras 273



Puntos 272-274 - Corte fresco – granito de textura equigranular media



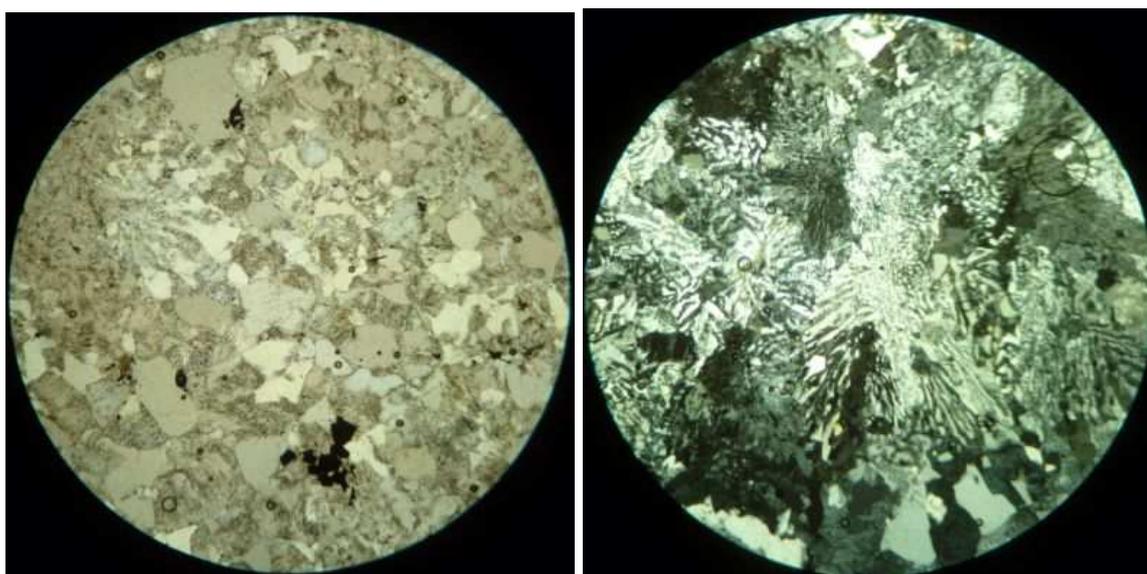
Puntos 272-274 - Cortes frescos – granito de textura equigranular fina
A la izquierda - con mayor contenido de cuarzo



Puntos 272-274 – Granito - Imagen de lupa binocular - 5 mm
Foto de la derecha corresponde a la muestra con mayor cantidad de cuarzo

Descripción Petrográfica

Rocas con textura holocristalina fanerítica granosa equigranular de grano medio a grueso, con feldespato, cuarzo, muscovita, relictos de biotita, cristales de rutilo y opacos pseudocúbicos. La característica más sobresaliente es la formación pervasiva de texturas micrográficas.



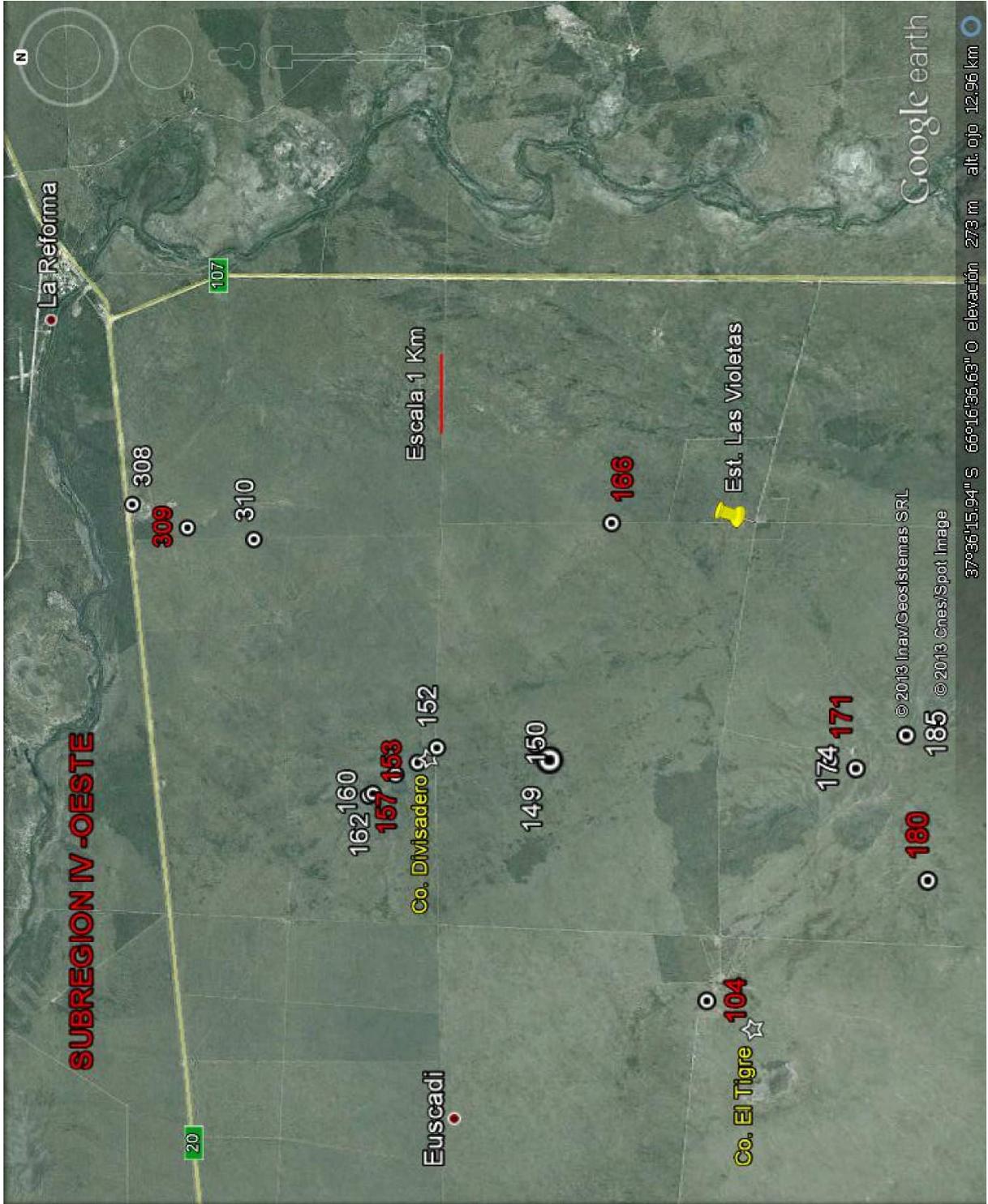
cvt 3,5mm – Np/Nc - Textura micrográfica



cvt 0,56mm –Np - cristal de rutilo

Análisis químico

Analyte	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Symbol												
Unit												
Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection												
Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
274 granito	< 2	< 0.3	6	< 0.3	4	20	3	9	< 0.01	6.51	7.9	250
134	< 2	0.7	44	< 0.3	2	83	10	86	0.03	9.23	8.1	1300
129 lava	< 2	< 0.3	13	< 0.3	4	11	4	41	0.03	7.56	4	1300
123	3	0.5	11	< 0.3	3	12	21	56	0.02	7.57	3.5	1100
114	< 2	0.4	39	< 0.3	< 1	15	18	81	0.02	8.19	8.5	1200
168 lava	12	0.6	39	< 0.3	< 1	9	26	40	0.02	8.35	9.3	1400
146 brecha	15	0.4	13	< 0.3	2	12	15	64	0.02	8.08	6.2	850
143 lava	15	0.6	6	< 0.3	2	7	42	76	0.03	10	19.2	1000



Mapa 10 - Ubicación Subregión IV (Oeste)

SUBREGIÓN 4 – Sierras Carapacha Chica

Los afloramientos de rocas volcánicas se encuentran principalmente al Oeste de la ruta 107, asociados a dos centros volcánicos Cerro Divisadero y Cerro Curru Choique mientras que al Este conforma diques que intruyen la formación Carapacha. Las rocas predominantes son lavas riolíticas/riodacíticas, y en muy poca proporción lavas y brechas andesíticas. Se asocian varios intrusivos granítico y las sedimentitas de la Formación Carapacha (ver mapa 10 y 11).

Lavas riolíticas/riolíticas

Corresponden a las muestras 308/310 (Cerrito las Piedritas) 149, 150, 152c, 153, 156, 157, 160, 161, 162 y 164 (Sector Norte) y (Sector Sur) 171-174, 180-185 (ver mapa 10)



Afloramientos de rocas holocristalinas porfíricas con pasta rosa (a la izquierda) y blanco (a la derecha)



Muestras 171-172-173 - Afloramientos

Rocas holocristalinas porfíricas con fenocristales de plagioclasa, cuarzo, feldespato, biotita, hornblenda y opacos en una pasta felsítica sericitizada de colores rosado, pardo claro, pardo grisáceo o gris claro. El feldespato, en parte potásico en parte plagioclasa, es idiomorfo y con tamaño seriado hasta los 3 cm. Se presenta caolinizado y sericitizado. Cuando es menor a 3 mm, está mayormente biotitizado y cloritizado, y en algunos casos reemplazado por cuarzo o epidoto. Las plagioclasas de mayor tamaño presentan signos de feldespatización o silicificación. El cuarzo es idiomorfo a subidiomorfo, de 3 mm, tiene fracturas jigsaw y engolfamientos. La biotita y la hornblenda están alteradas a opacos o clorita. Parte de las muestras tienen en la matriz, sectores con granos de cuarzo y feldespato de mayor tamaño y alteración incipiente con epidoto en cristales de feldespato potásico y plagioclasa.



Afloramientos de rocas holocristalinas porfíricas

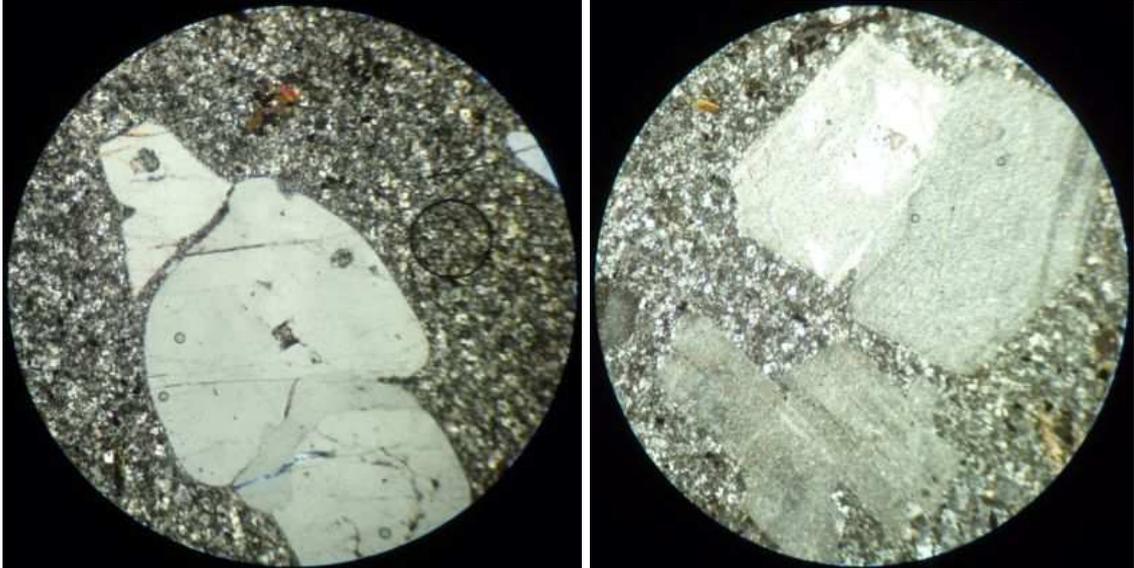
Roca fresca: textura muy fina –



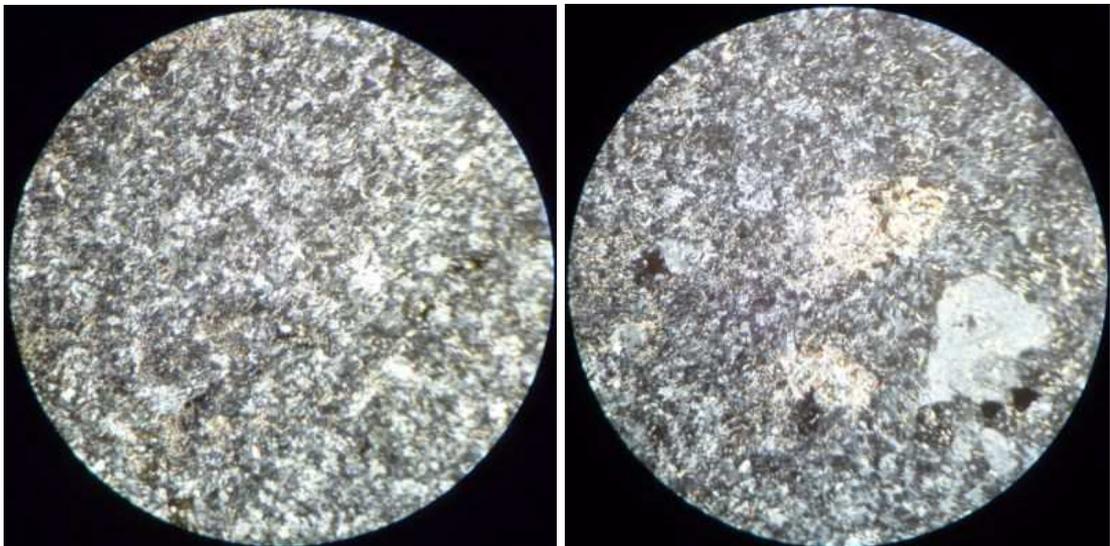
Afloramientos de rocas holocristalinas porfíricas
Roca fresca – textura media



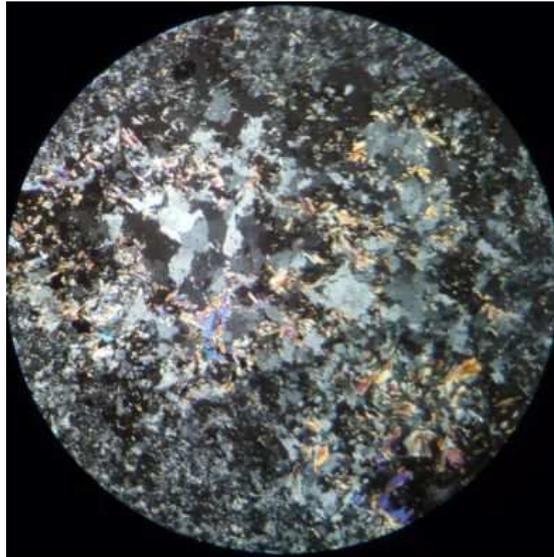
Afloramientos de rocas holocristalinas porfíricas
Roca fresca – textura gruesa



Muestra 153 - cvt 3,5mm – Nc - cuarzo con engolfamientos y textura jigsaw
cvt 3,5mm – Nc -matriz felsítica con sericita, cristales de plagioclasa sericitizados y caolinizados



Muestra 151 cvt 3,5mm –Nc - matriz granofésica con sericita - cvt 3,5mm –Nc - cristales relictos sericitizados

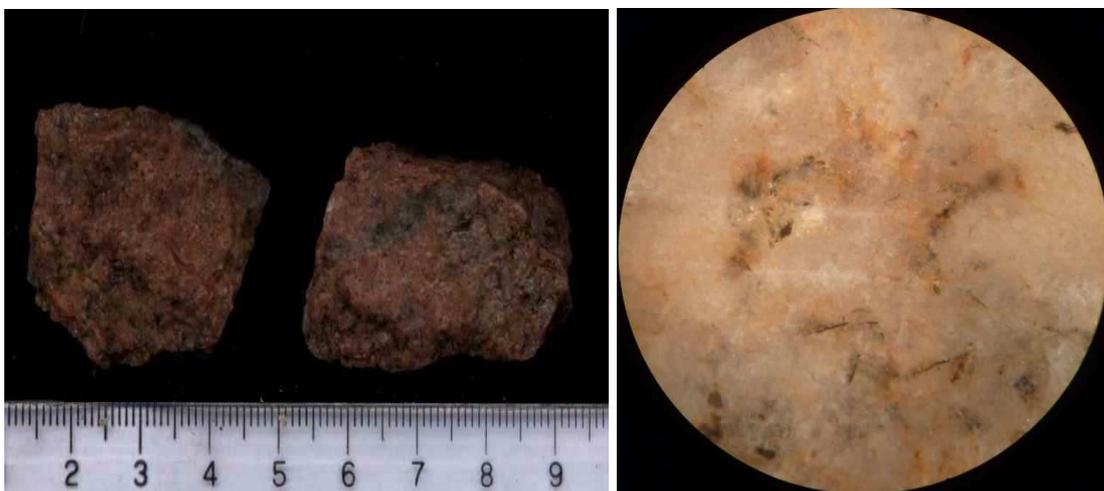


cvt 1,4mm -Nc - sector recrystalizado a cuarzo con muscovita

Granito.

Corresponden a las muestras 104-105

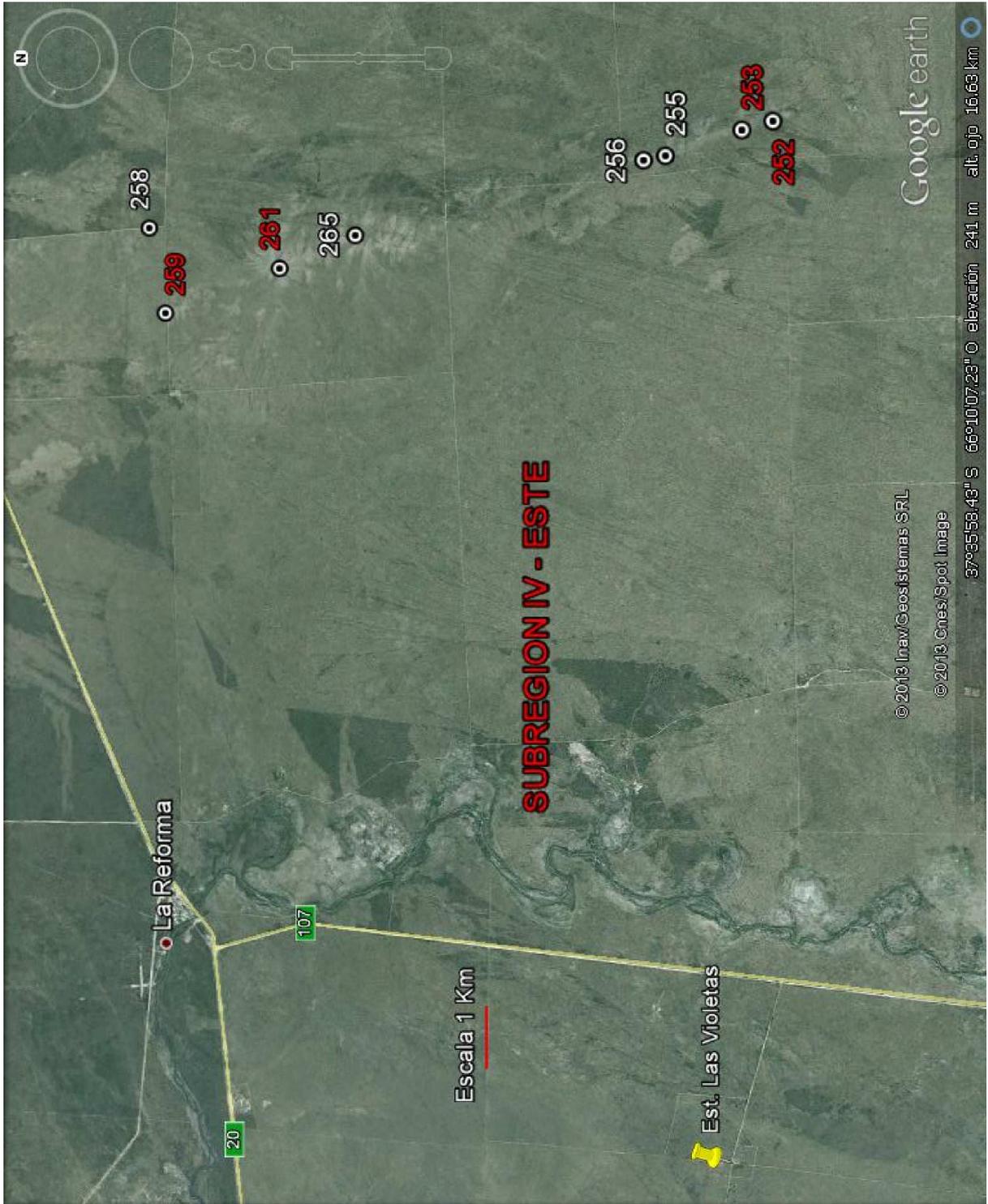
Granitoide rosado de grano medio con diferenciaciones pegmáticas. La textura es granofírica equigranular con feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo principalmente, además de biotita diseminada en venillas.



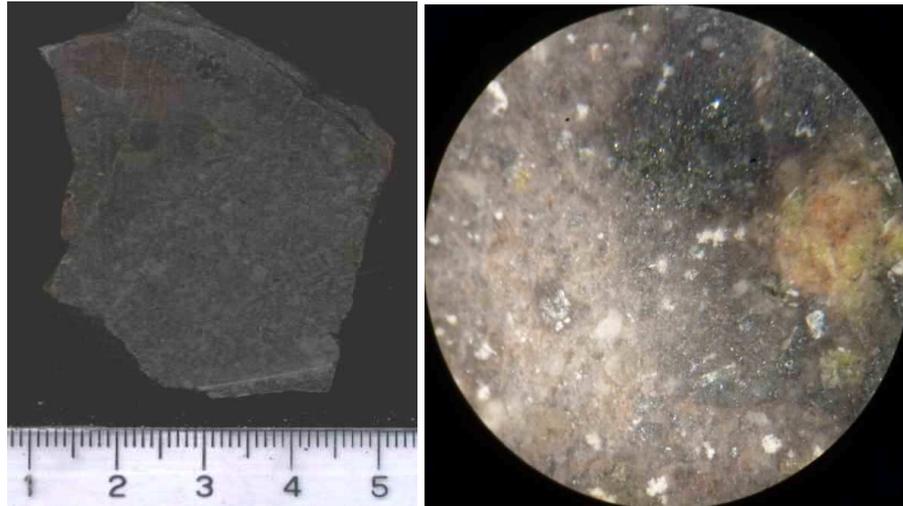
Puntos 104 y 105 - corte fresco e imagen de lupa binocular

Análisis Químico

Analyte Symbol Unit Symbol Detection Limit	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
104 granito	< 2	< 0.3	3	< 0.3	4	15	2	4	< 0.01	5.74	4.9	270
157 lava	7	0.3	6	0.6	7	60	9	105	0.01	6.08	6.7	1260
153 lava	< 2	< 0.3	4	< 0.3	4	24	5	71	0.01	8.16	9.7	1580
171 lava	< 2	0.5	6	< 0.3	5	38	5	83	0.02	8.47	9.9	2210
181 lava	< 2	< 0.3	5	< 0.3	2	116	3	52	0.01	8.36	4.6	380
180 lava	< 2	< 0.3	3	< 0.3	< 1	24	3	22	0.02	7.56	10	740
166 lava	< 2	0.8	21	< 0.3	2	10	11	85	0.02	8.29	6.5	1160
309 lava	< 2	< 0.3	3	< 0.3	2	13	4	15	0.02	8.31	6.3	480



Mapa 11 – ubicación Subregión IV (Este)

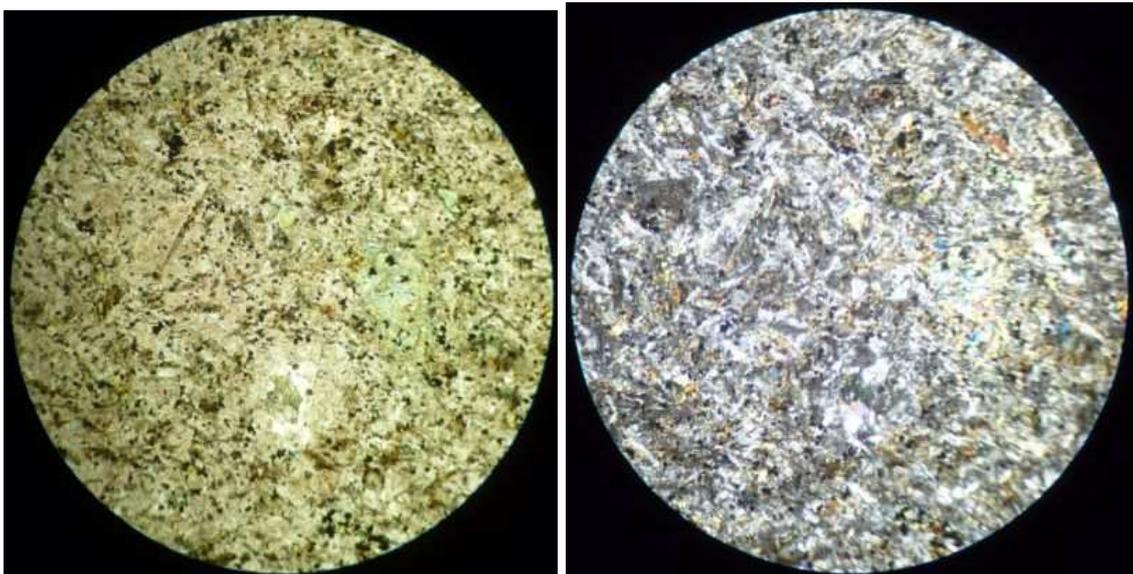


Muestra 257 – Corte pulido e imagen de lupa binocular –

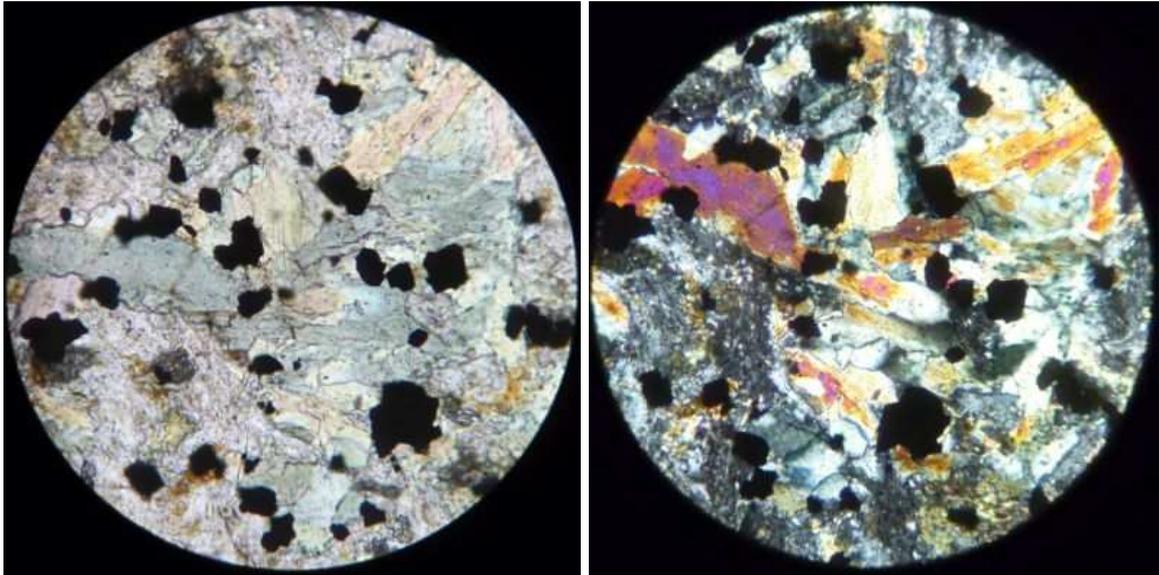
Muestra 257 (ver mapa 11)

Lava andesítica

Roca con textura pilotáctica evidenciada por la presencia de tablillas de plagioclasa en posiciones variadas con fenocristales de plagioclasa alterados a epidoto-zoicita – actinolita y opacos euhedrales y anhedrales diseminados en la pasta.



cvt 3,5mm – Np - Textura pilotáctica –
cvt 3,5mm -Nc alteración con epidoto-clorita y actinolita



cvt 1,4mm -Np/Nc - cristales de actinolita
Fragmentos de roca - epidoto

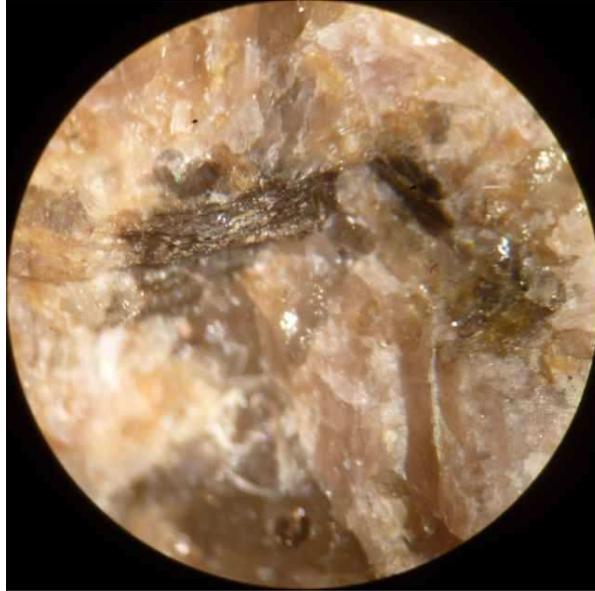
Granito

Corresponden muestras 255-256-258-259 (ver mapa 11)

granitoide rosado de grano medio a fino. Textura granofírica equigranular con feldespato potásico, cuarzo y biotita. La muestra con textura más gruesa tiene mayor cantidad de biotita.



Muestra 255-256-258-259- cortes frescos

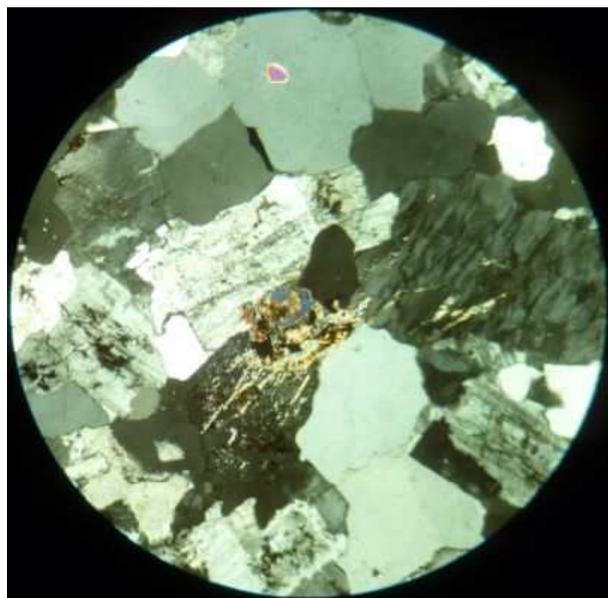


Muestras 255-256-258-259

Imagen de lupa binocular – cuarzo – feldespato - biotita

Muestra 258

Roca holocristalina fanerítica con textura granosa de grano medio, compuesta por feldespato alcalino, plagioclasa, cuarzo, biotita desferrizada, muscovita intersticial y opacos. Los feldespatos se hallan con incipiente sericitización.



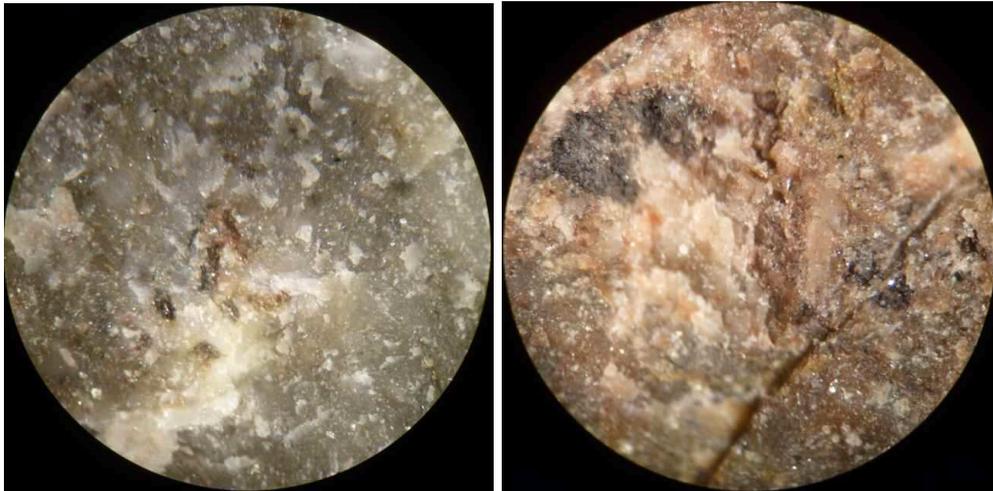
cvt 3,5mm – Nc - granito - vista general

Material retrabajado

Corresponde a las muestras 252-253:



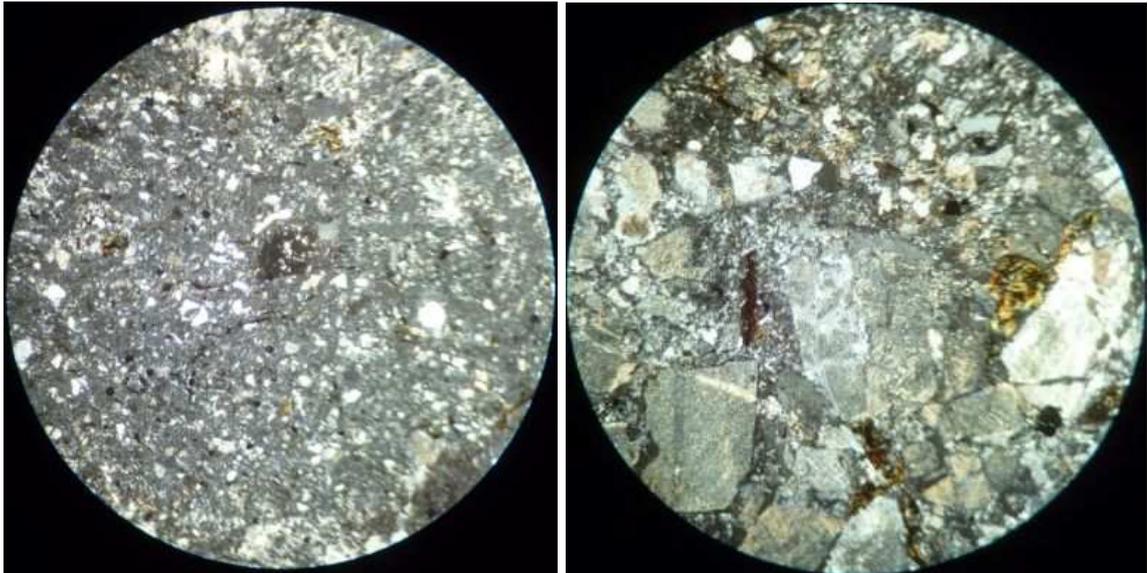
Muestras 252 y 253 – cortes frescos



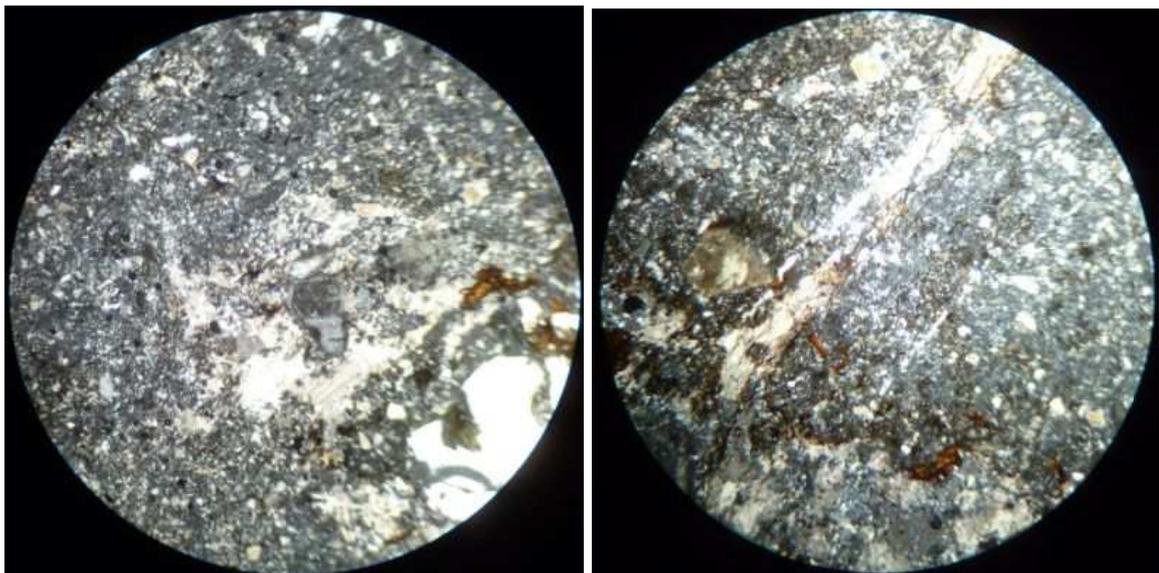
Muestras 252 y 253 – Imagen de lupa binocular – 5mm

Rocas formadas por cristales y fragmentos de cristales en una matriz equigranular criptocristalina. Se destacan cristales subhedrales (5%) de feldespato, plagioclasa, cuarzo, biotita y opacos de 2mm acompañados de cristaloclastos (60%) micrométricos. La plagioclasa tiene procesos de feldespatización y sericitización mientras que los feldespatos están alterados a sericita. El cuarzo tiene inclusiones de calcita y las biotitas con incipiente alteración a cloritas. En la matriz se observa

parches de cristales de calcita subhedral a anhedral que llegan a medir 2 mm y cuarzo anhedral. También filetes de flujo y fracturas de bordes irregulares rellenas con calcita y fracturas milimétricas de bordes regulares rellenas con cuarzo anhedral.



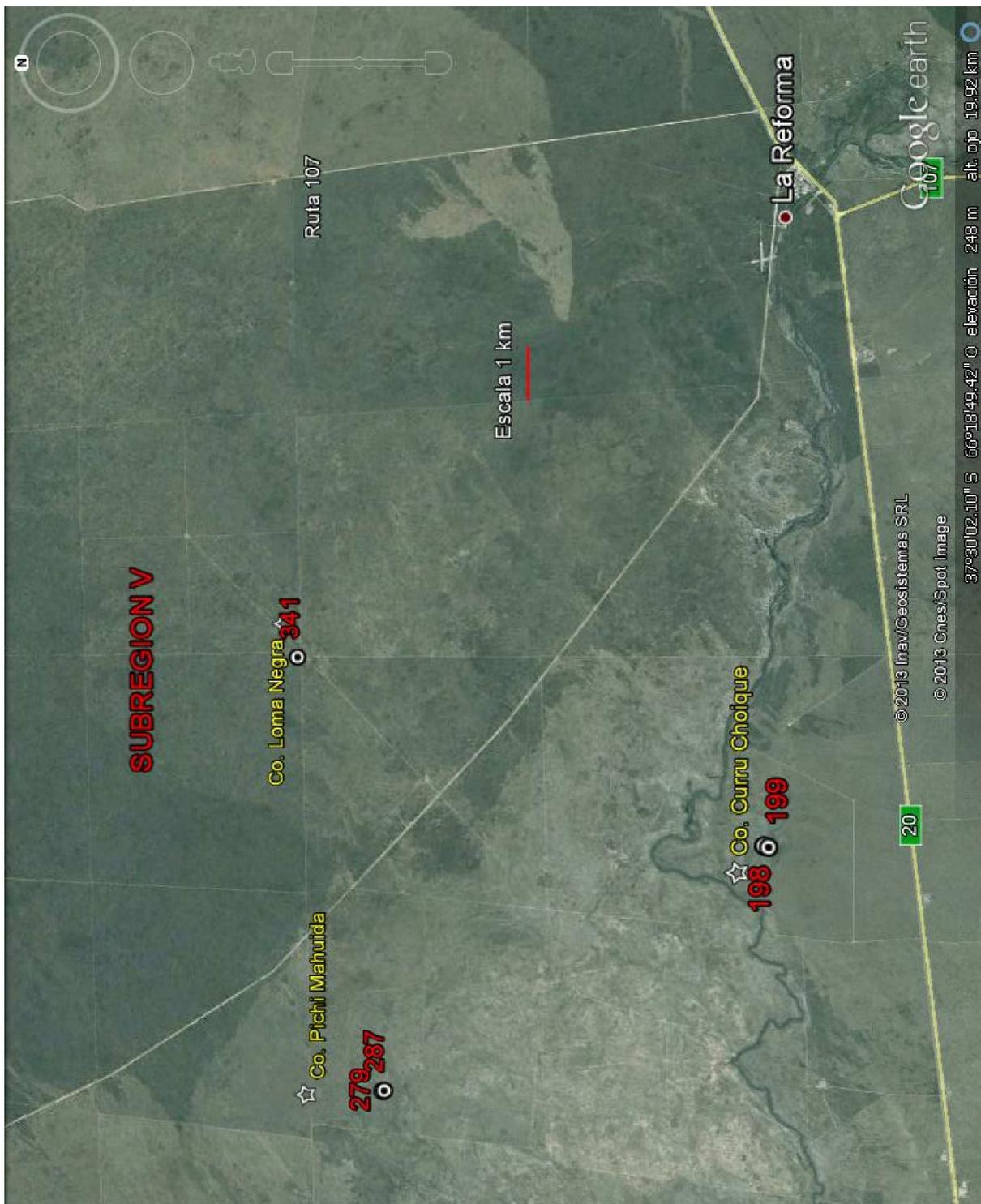
cvt 3,5mm –Nc - imagen de la matriz con cristaloclastos –
cvt 1,4mm –Nc - feldespatización de plagioclasa



cvt 3,5mm – Nc - matriz con calcita – cvt 3,5mm – Nc - Fracturas rellenas de calcita y cuarzo

Análisis químico

Analyte Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
259 granito	15	0.8	17	< 0.3	< 1	59	4	13	0.01	4.57	11.1	470
261 arenisca	< 2	< 0.3	4	< 0.3	1	< 3	7	91	0.02	9.94	13.5	690
253 retrabajo	< 2	< 0.3	13	< 0.3	4	22	7	49	0.04	7.65	4.9	1470
252 retrabajo	< 2	< 0.3	11	< 0.3	5	12	4	29	0.02	7.91	5.5	550



Mapa 12 – ubicación Subregión V

SUBREGIÓN 5: El paisaje se relaciona con la llanura aluvial del Río Salado Chadileuvú, y los cuerpos de sal del Gran Salitral y Salinas Chicas. El relieve es plano, interrumpido por las formas positivas de los afloramientos de roca dura.

Co. Currú Choique - Ref: Coordenada GK 3467961 5844441 (ver mapa 12)

Domo riolítico (Llambías *et al.*, 2003), formado por una sucesión de bancos masivos con dirección N310 e inclinación 45° NE. Tiene una altura aproximada de 60 metros y se extiende 1km hacia el Norte y 800 metros hacia el NO-SE.

Está constituido por ignimbritas, lavas y material retrabajado. Hacia la parte superior, los afloramientos están cubiertos por manchas concéntricas de limonitas amarillas y rojas (muestras 6 y 7).o acumulaciones rojas y amarillas sobre los planos de fractura



Cerro Currú Choique - Vista de los afloramientos



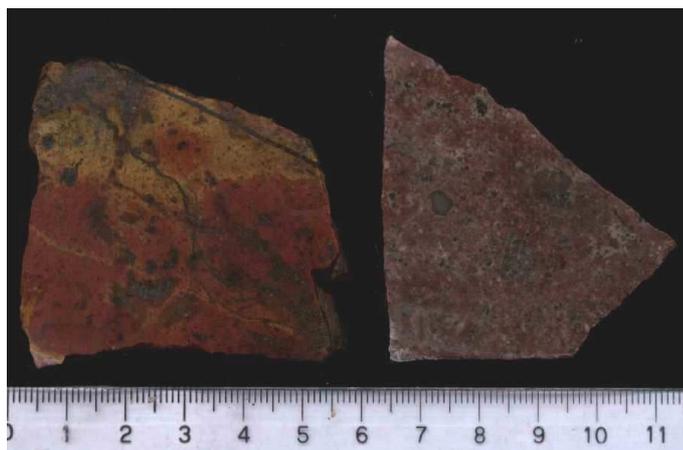
Co. Currú Choique - Afloramientos del tope con limonitas



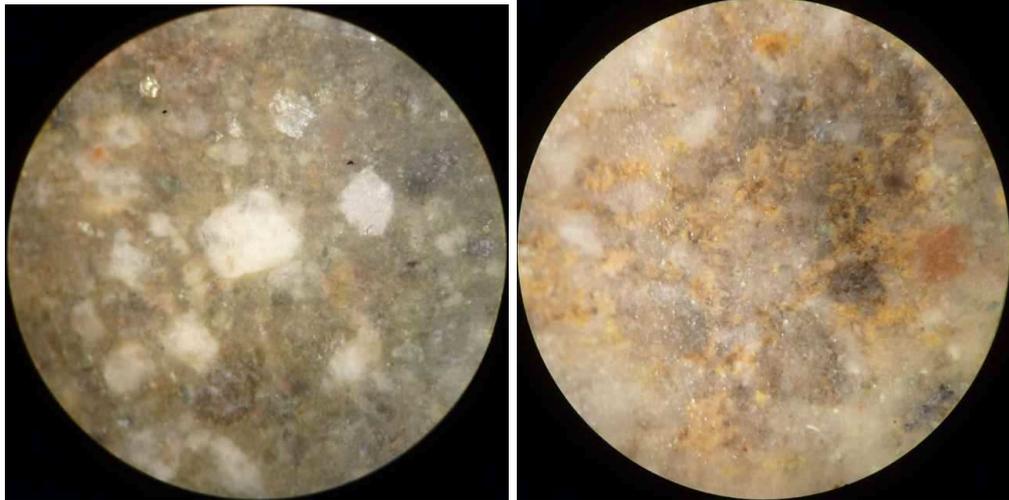
Co. Currú Choique – Muestras 1 y 2 - Cortes pulidos



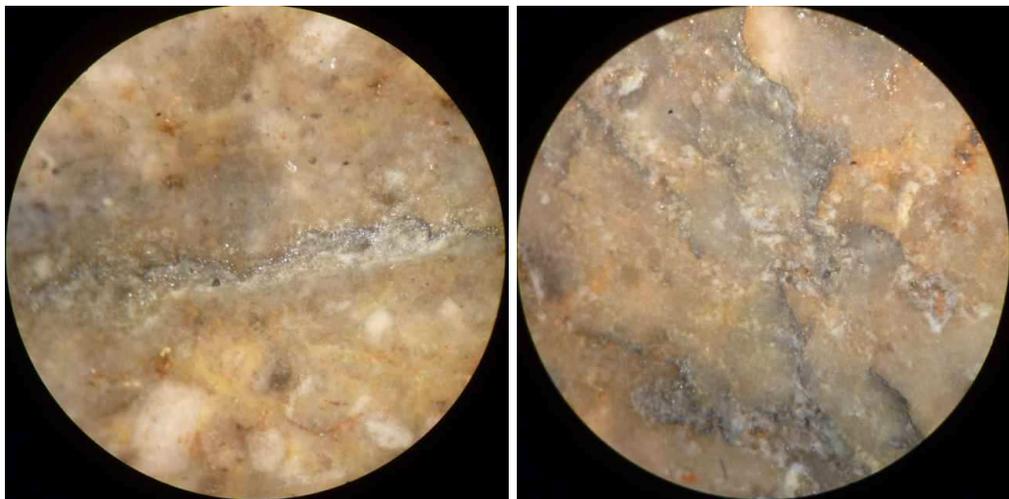
Co. Currú Choique - Muestra 3-4 y 5 – Cortes pulidos



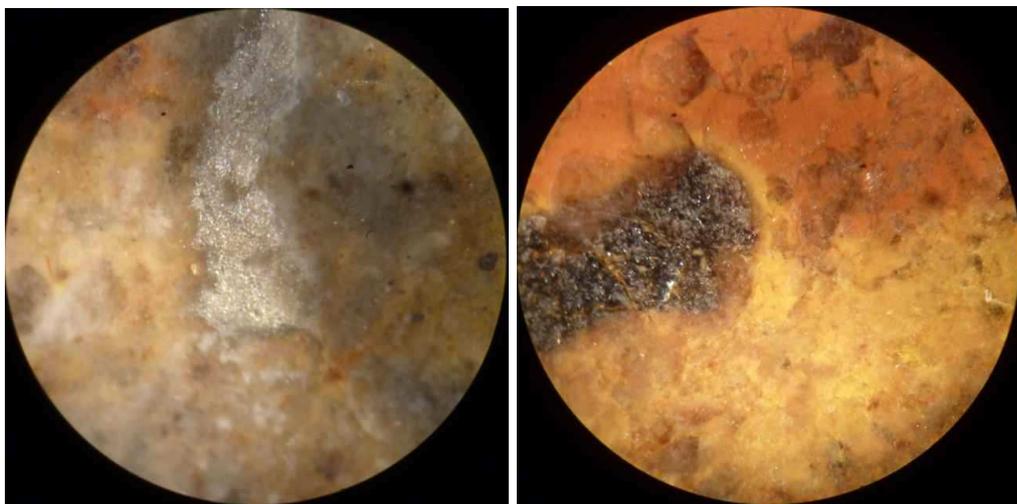
Co Currú Choique - Muestras 6 y 7 – Cortes pulidos



Co. Currú Choique – Muestras 1 y 2 - Imagen de lupa binocular - 5mm



Co. Currú Choique – Muestras con venillas – Imagen de lupa binocular – 5 mm

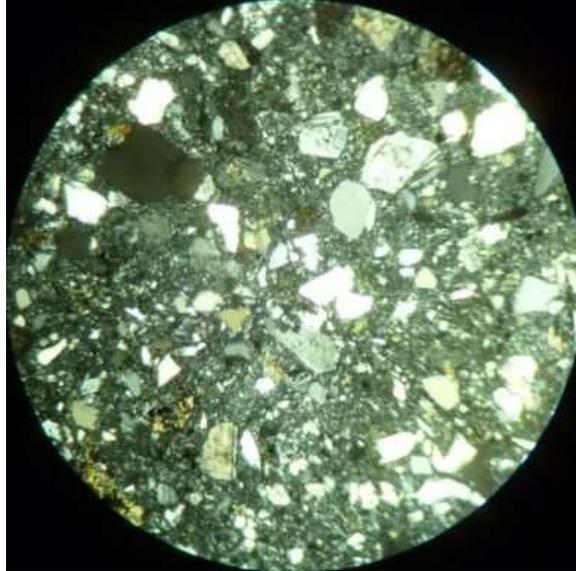


Co. Currú Choique –Imagen de lupa binocular – 5 mm
Izquierda: Muestras con venillas – Derecha Muestra 6

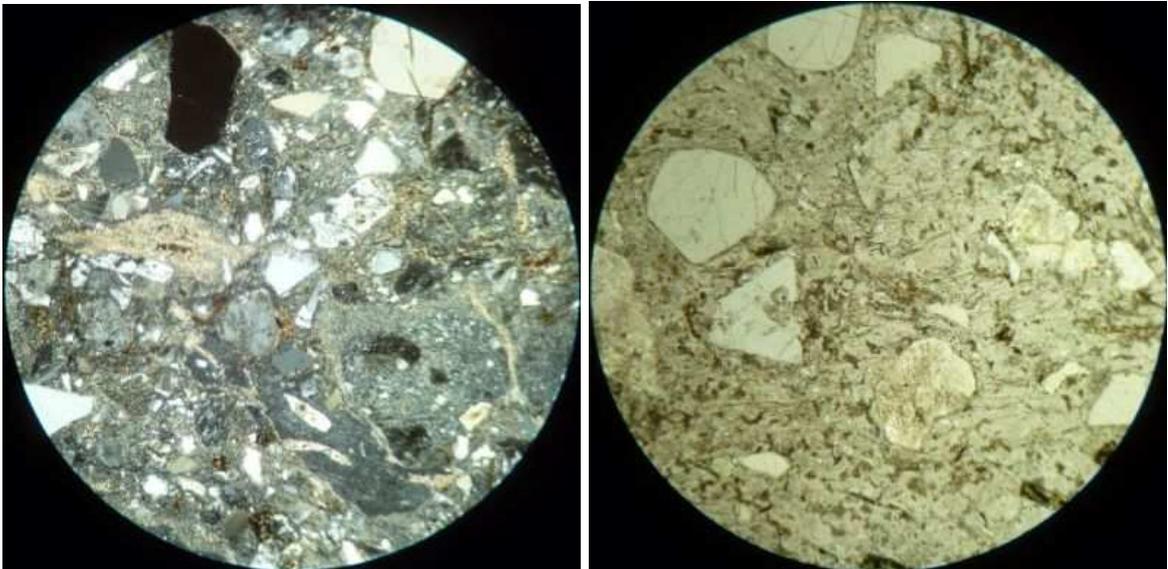
Descripción Petrográfica de las muestras tipos

Rocas con intenso grado de fragmentación de cristales (mayor a 80%). Textura seriada hasta 4mm, conformada por cristaloclastos, vitroclastos, litoclastos y opacos. Como minerales accesorios se hallan biotita, circón, fluorita y turmalina. Los fragmentos de cristales de feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa, no exceden los 2 mm y tienen formas marcadamente angulosas. Los vitroclastos están representados por fragmentos pumíceos de tamaños entre 2 y 4 mm que no conservan, en general, la textura original vesiculada sino que poseen textura equigranular microcristalina. En algunas muestras se puede ver con nicoles paralelos relictos de vesículas esféricas o subesféricas o vesículas tubulares demarcadas por opacos o rellenas por cuarzo. Los litoclastos (hasta 4 mm) son de material cognato o fragmentos accidentales (granito o andesita). Algunas muestras (inferiores en la secuencia) contienen un 18% de vitroclastos y un 2 % de litoclastos en una matriz con 70% de fragmentos de cristales en una pasta vítrea que se halla totalmente alterado a agregados equigranulares de cuarzo y feldespato. Otras muestras parecen estar conformadas por mayor cantidad de pómez y litoclastos con componentes subhedrales de 4mm pero menor cantidad de fragmentos de cristales aunque es difícil determinar los límites entre ellos ya que hay desvitrificación pervasiva a texturas micropoiquilíticas y granofíricas. Finalmente algunas muestras son lavas con grandes cristales subhedrales fracturados en una pasta felsítica debido a la intensa modificación.

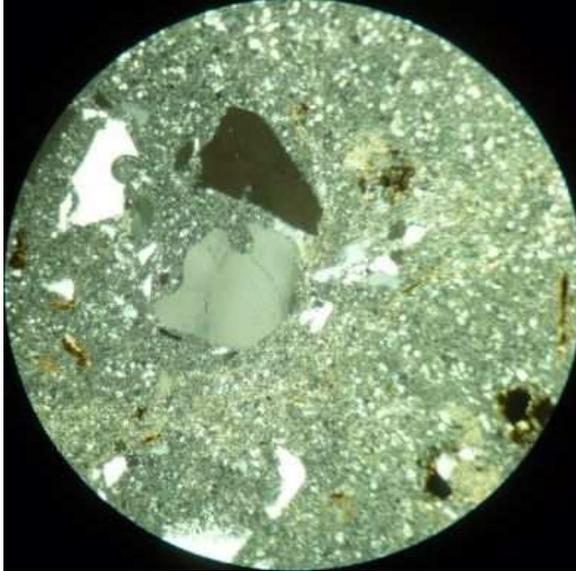
Además de los procesos de desvitrificación también se observa alteración hidrotermal. El sector inferior se caracteriza por la presencia de calcita, clorita y epidoto, sericita y opacos. Sectores intermedios con biotita hidrotermal y sericita, en algunas muestras cubriendo pervasivamente los componentes y la matriz. Hacia la parte superior las rocas tienen venas de cuarzo y feldespato con turmalina, venillas irregulares de hematita y opacos.



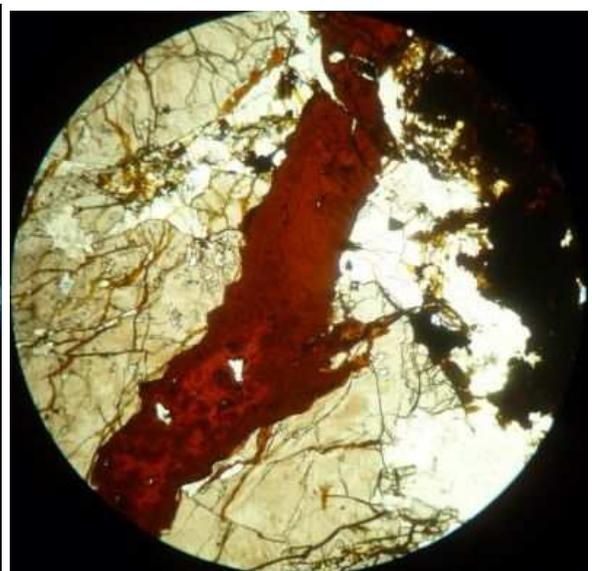
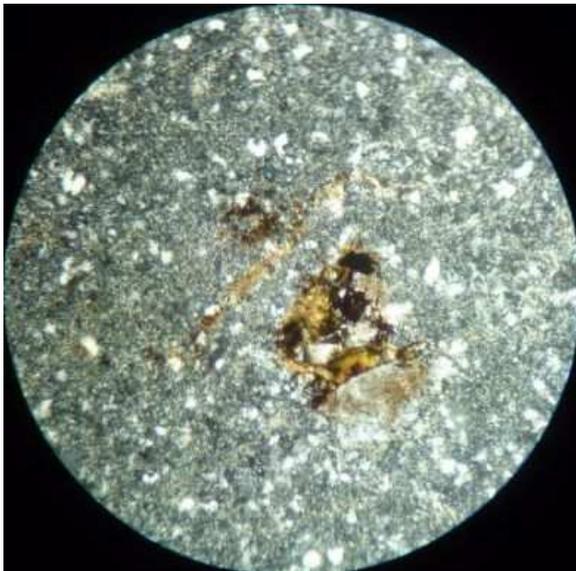
cvt 3,5mm -Nc - imagen de la textura de muestras ubicadas en la base de la secuencia



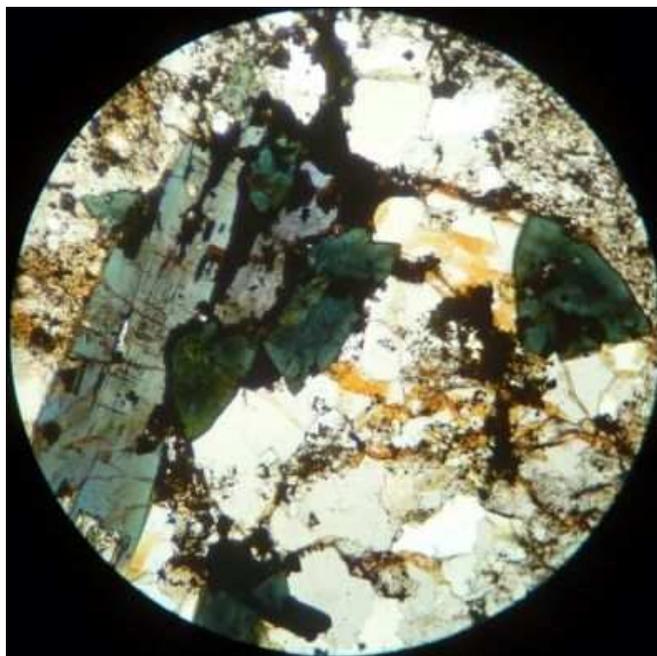
cvt 3,5mm -Nc -matriz con sericitizacion – cvt 3,5mm -Np - relictos de vesículas tubulares



cvt 3,5mm – Nc - textura de las rocas media a superior de la secuencia –
cvt 3,5mm –Np - biotita hidrotermal



cvt 1,4mm – Nc -biotita hidrotermal – cvt 3,5mm -Np - venilla de hematita con fluorita y opacos



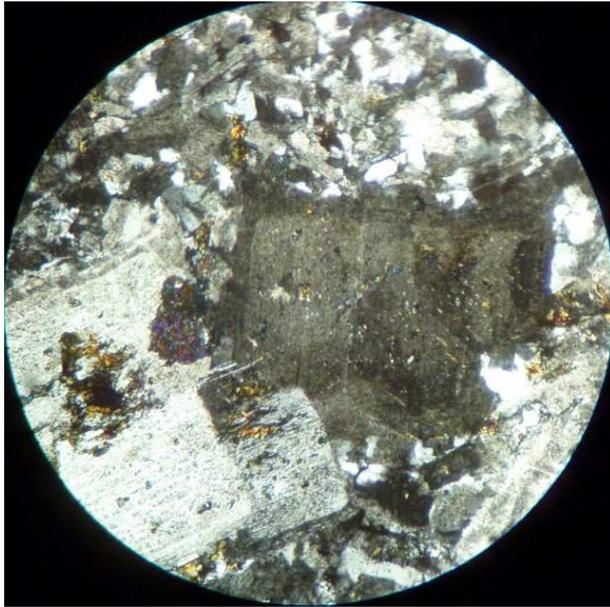
cvt 1,4mm -Np – cristales de turmalina

Co. Pichi Mahuida - Coordenadas GK 3462628 5851930 (ver mapa 12)

Corresponden los puntos 279 a 287 -

Afloran bloques de la formación San Jorge, conformados por calizas micríticas, bancos de arenisca fina y limonitas, en contacto con rocas riolíticas del tipo piroclástico y un dique basáltico de dirección N-S en el tope del cerro. Los contactos entre rocas generan un skarnoide que se reconoce por variaciones de color y composición.

Se distingue una coloración verde claro y oscuro con minerales como olivino, epidoto, granate y también hematita especular.



cvt 3,5mm – Nc – basalto muestra 283



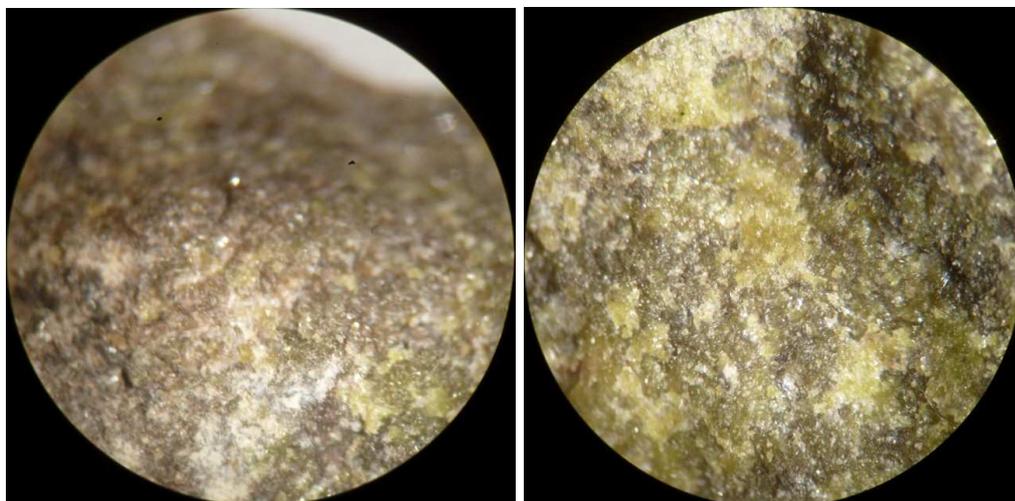
Co Pichi Mahuida –Vista de los afloramientos



Co. Pichi Mahuida - contacto



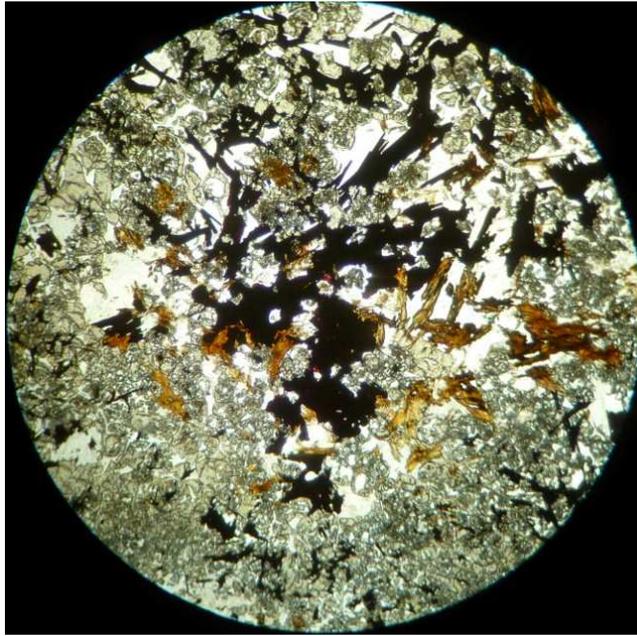
Co. Pichi Mahuida – roca con metamorfismo de contacto



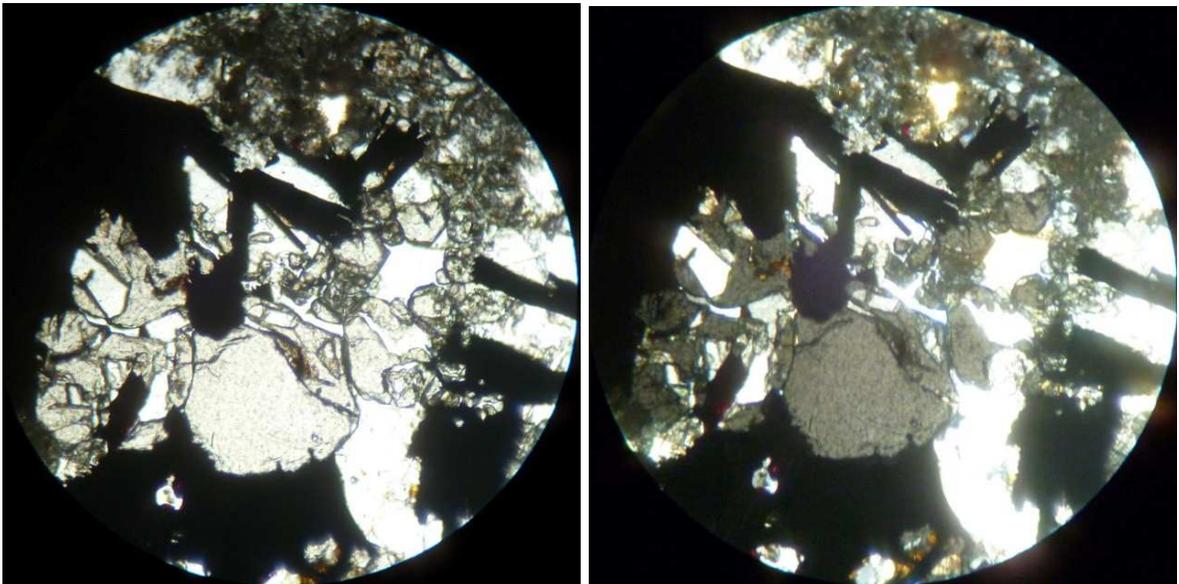
Co. Pichi Mahuida – Imagen de lupa binocular – 5 mm
Minerales verdes – olivino – granate - epidoto



Co Pichi Mahuida - Hematita en muestra de mano e imagen de lupa binocular - 5 mm



cvt 3,5mm -Nc granate – calcita – hematita



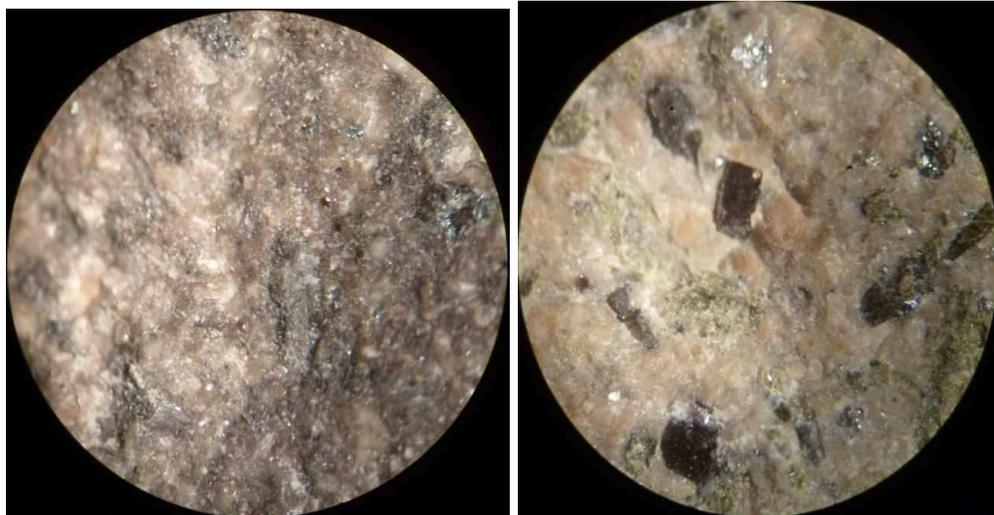
cvt 1,4mm -Np – en el centro granate - a la derecha Nc – granate

Co. Loma Negra - Coordenadas GK 3471322 5853754 (ver mapa 12)

Puntos 338 a 341 -



Loma Negra – Muestras 1 y 2 - cortes frescos

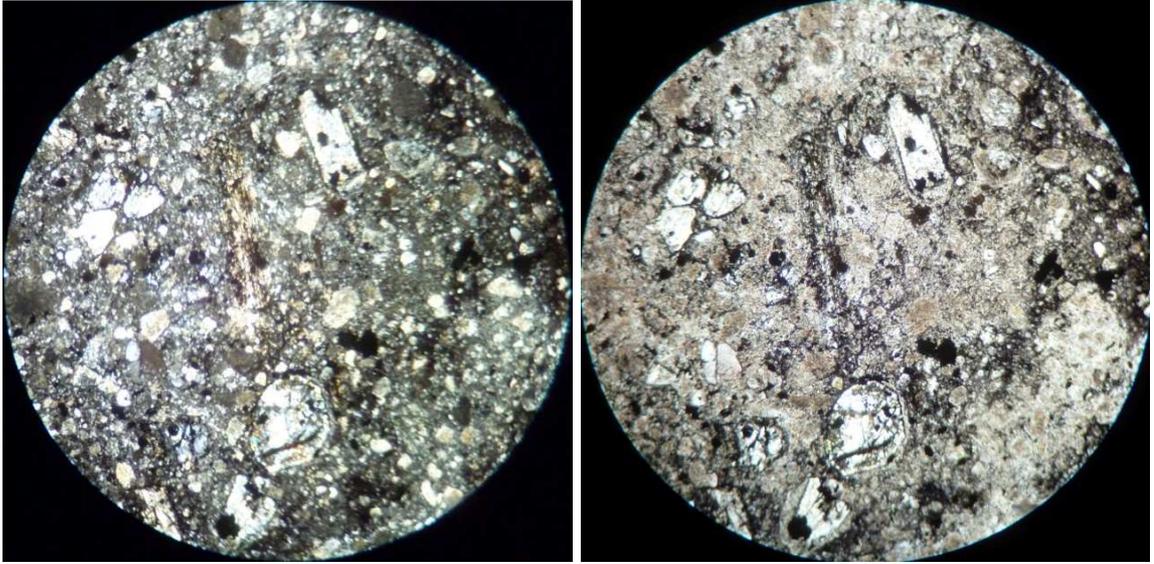


Loma Negra – Imagen de lupa binocular - 5mm

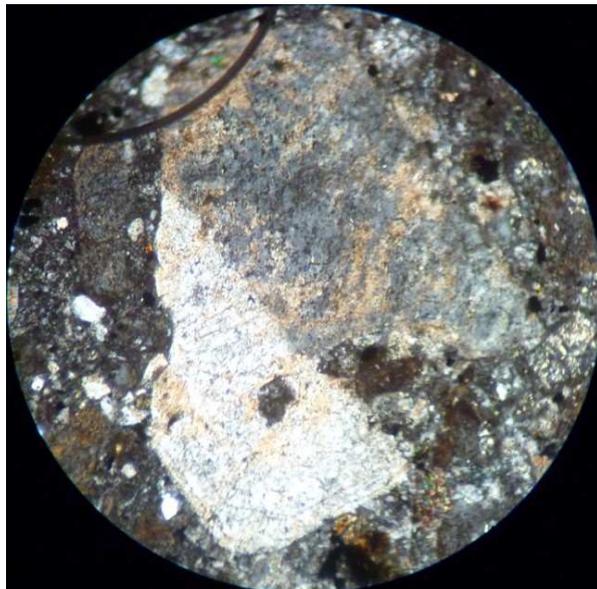
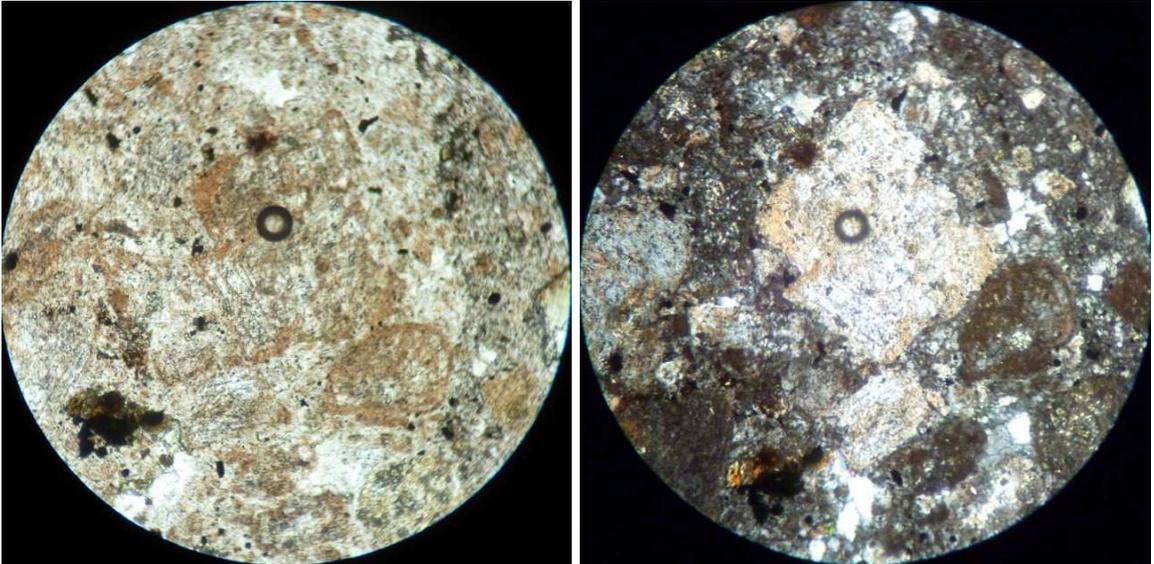
Izquierda: Muestra 1 – Derecha: Muestra 2

La muestra 340-341 es una autobrecha de lava. Constituida por fenocristales, cristaloclastos y opacos en una matriz cinerítica. Los fenocristales son: feldespato, hornblenda, piroxeno y biotita. La matriz está formada por fragmentos del mismo material y cristales que forman la lava y recorrida por venillas oscuras, tipo stockwork de opacos, que le dan a la roca un tinte violeta. Los cristales tienen tamaños hasta 3m. Los feldespatos están caolinizados mientras que los piroxenos, anfíboles y biotita están reemplazados por calcita u opacos.

La muestra 340 está alterada con epidoto, y sericita y las muestras 338 y 339 tiene distintos niveles de feldespatización.



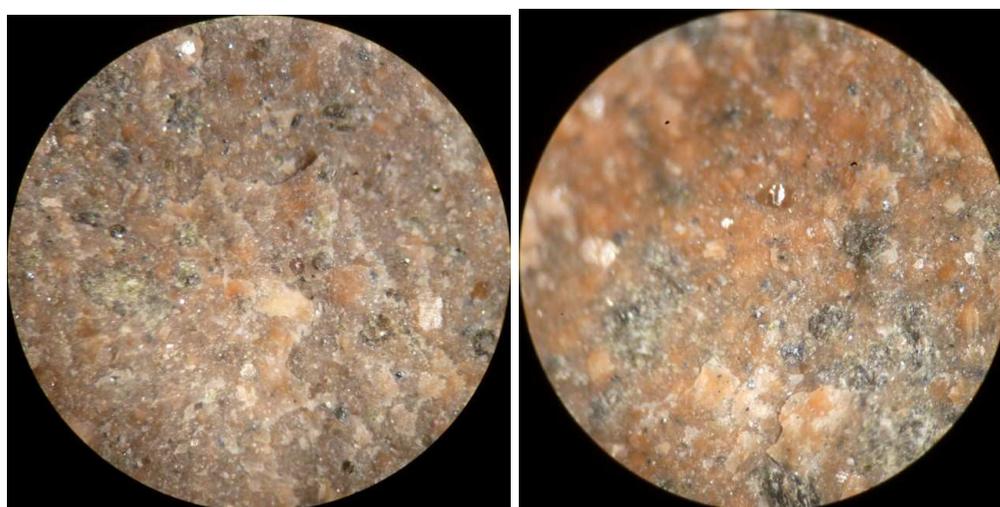
Muestra 340-341



Muestras 338-339 con distintos niveles de feldespatización



Loma Negra – Muestras 3 y 4 - Cortes frescos

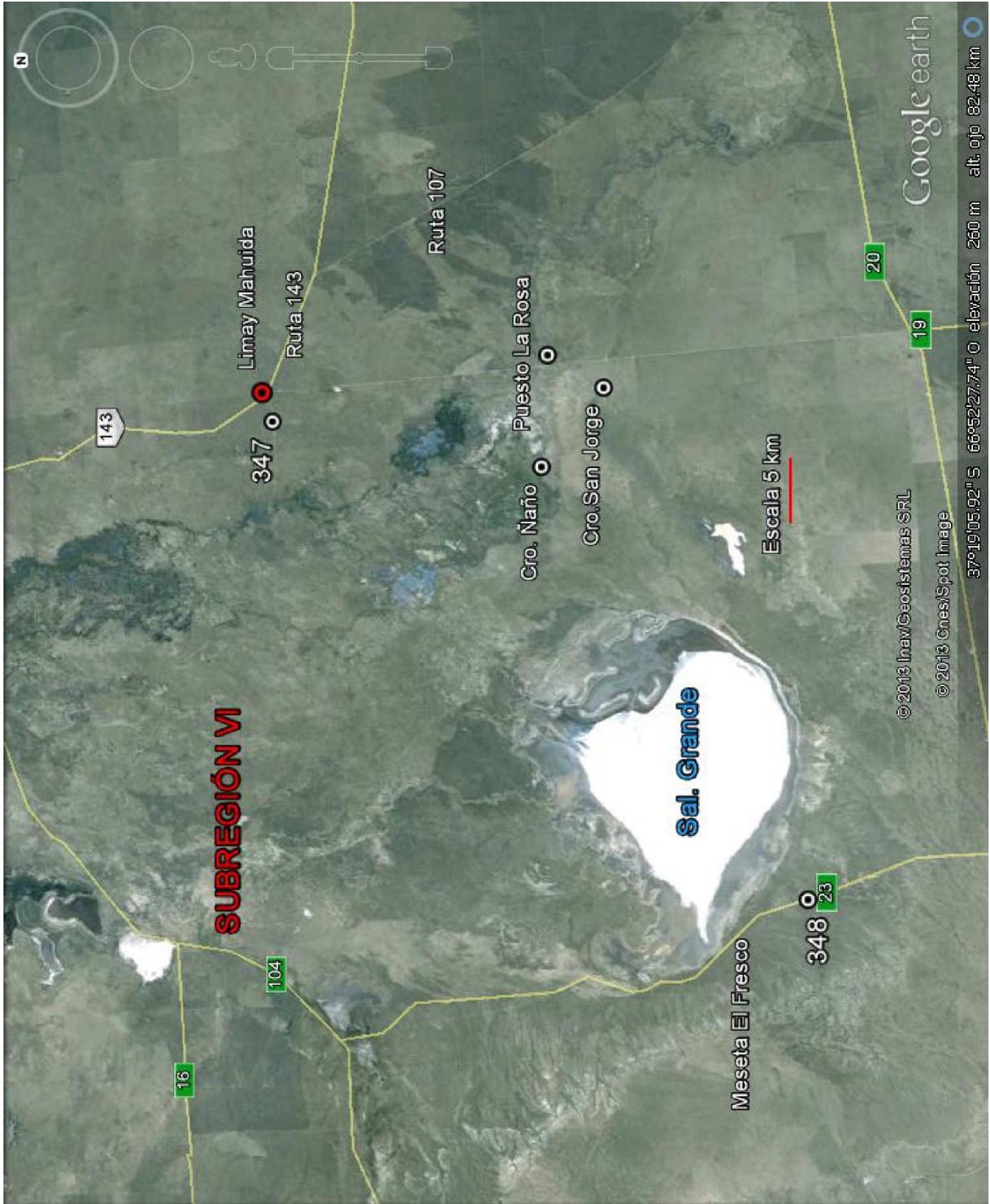


Loma Negra – Imagen de lupa binocular - 5mm

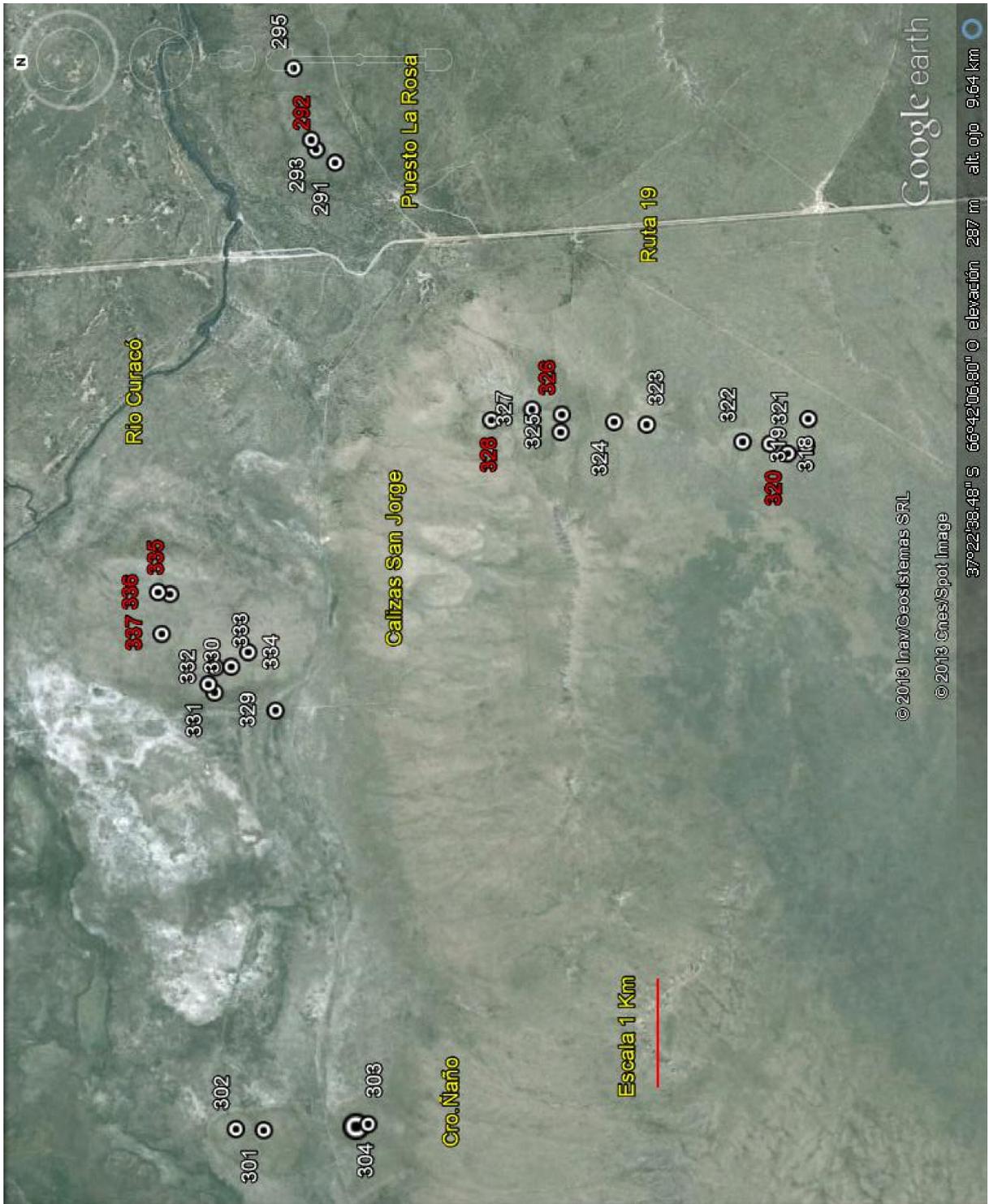
Izquierda: Muestra 3 – Derecha: Muestra 4

Análisis Químico

Analyte	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Symbol												
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
198	6	0.8	24	< 0.3	< 1	358	3	166	0.03	7.74	8	1140
199	10	2.6	41	< 0.3	1	1760	5	241	0.05	7.26	8	1070
341	9	1.1	19	< 0.3	2	15	12	93	0.04	8.16	6.9	2190
287	< 2	1	29	< 0.3	< 1	24	9	86	0.04	7.01	14.1	590
279	< 2	0.6	86	< 0.3	5	19	5	41	0.06	1.98	47.2	520



Mapa 13 – Subregión VI



Mapa 14 – detalle de muestreo en Co Naño – Calizas San Jorge y Puesto La Rosa

SUBREGIÓN 6: La unidad más importante del área es la Formación San Jorge del Paleozoico Inferior constituida, en este sector por calizas micríticas y mármoles. El material volcánico de la zona está conformado por lavas/brechas andesíticas y lavas riolíticas (ver mapa 13 y 14).

Puesto La Rosa – Ref: Coordenadas GK 3441740 5864143 (ver mapa 14)

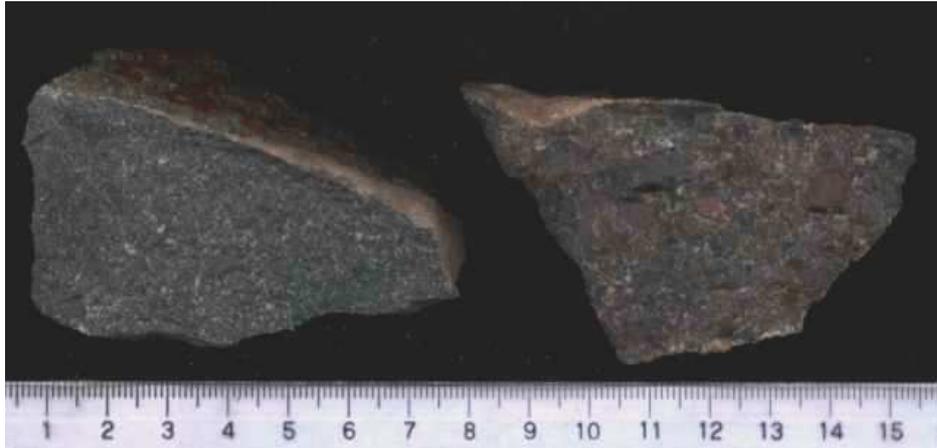
Muestras 291- 295

Las lavas andesíticas, son rocas holocristalina porfíricas y textura fluidal, color gris oscuro formada por cristales en una matriz equigranular criptocristalina. Los cristales (40%), son mayoritariamente plagioclasa, hornblenda, biotita, y turmalina subhedrales a fragmentarias con tamaños hasta 4mm. Los cristales de plagioclasa se presentan con tablillas astilladas, caolinizadas y con proceso de turmalinización. La hornblenda se observa en cristales subhedrales parcialmente alterados. La pasta microcristalina tiene en algunos sectores, esferulitas en abanico.

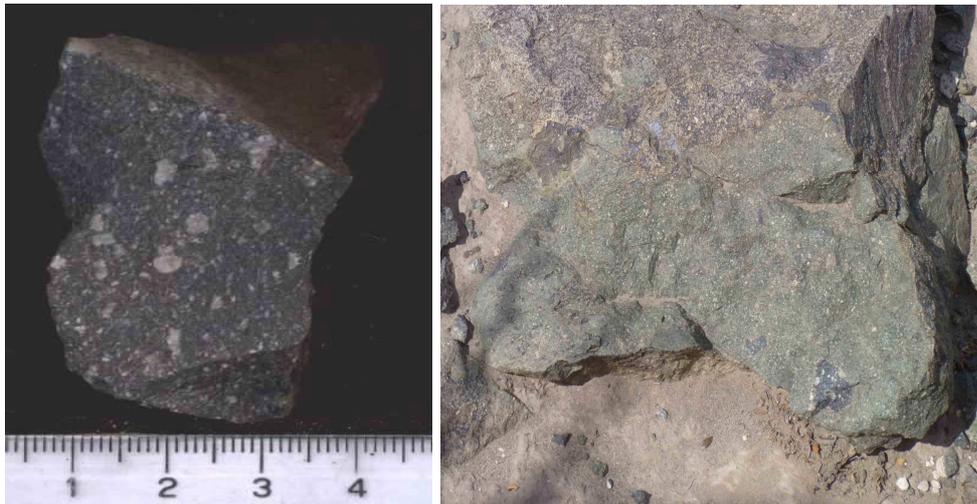


Puntos 291 a 293- Vista del afloramiento de las rocas andesíticas

Derecha epidoto en los planos de fracturas

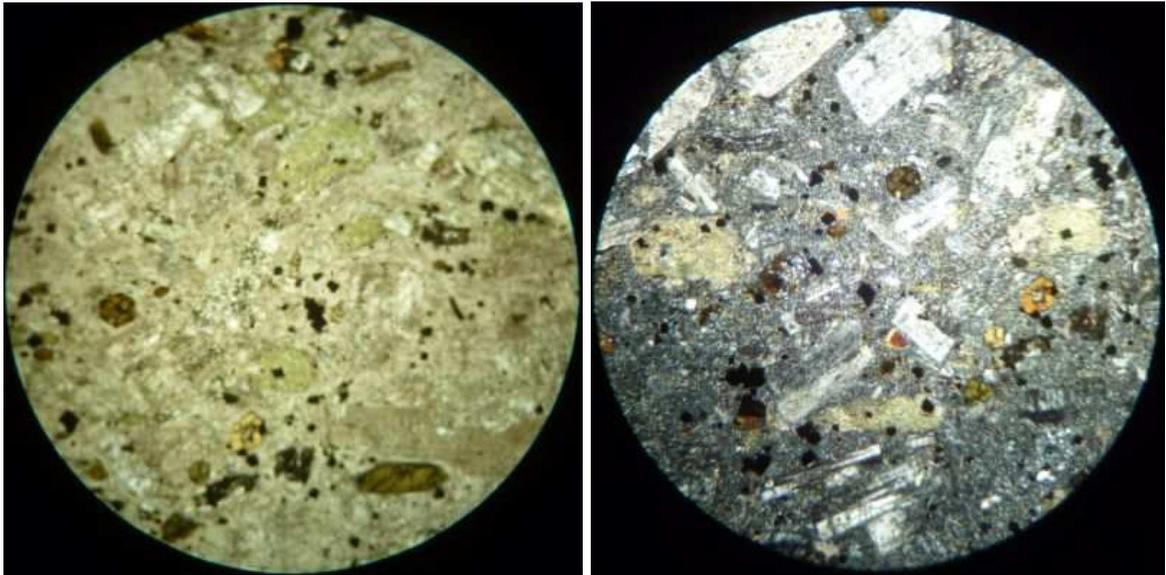


Cortes frescos -Izquierda rocas andesíticas - Puntos 291 a 293-
Derecha: brecha andesítica - Punto 294

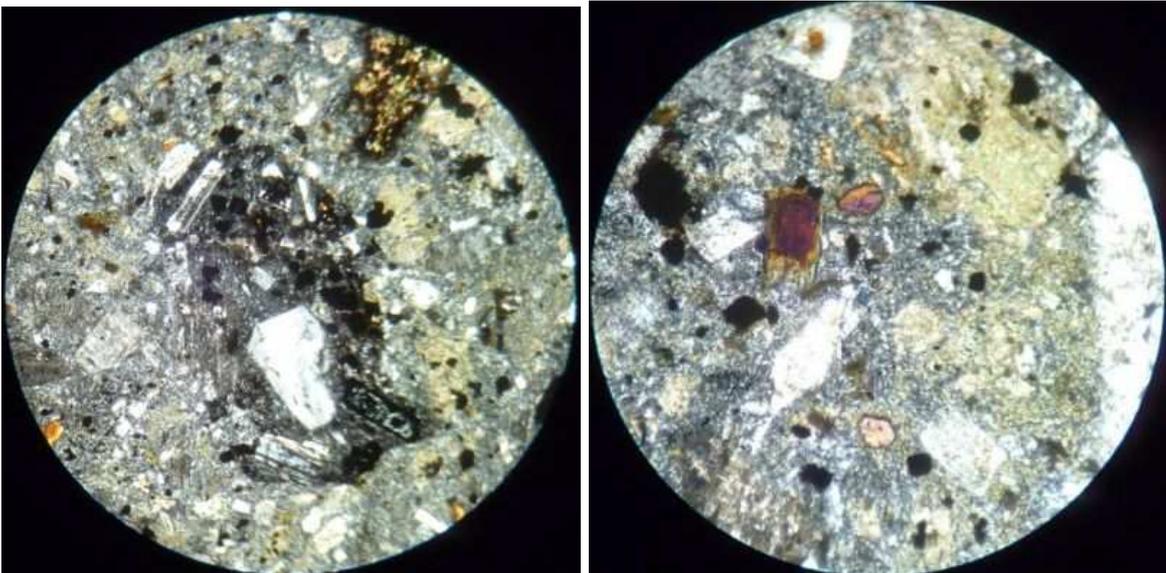


Cortes frescos -Izquierda: rocas andesíticas - Puntos 291 a 293-
Derecha: brecha andesítica - Punto 294

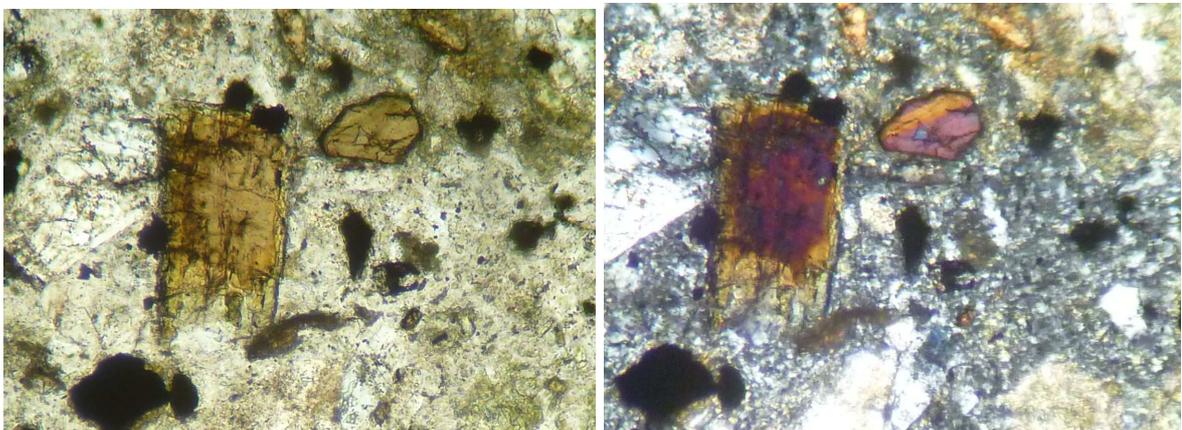
Las brechas son del tipo polimícticos (muestra 294) con fragmentos de rocas de hasta 6 cm en una pasta andesítica. Estos afloramientos tienen epidoto, en los planos de fracturas o estratificación y en la pasta de las brechas.



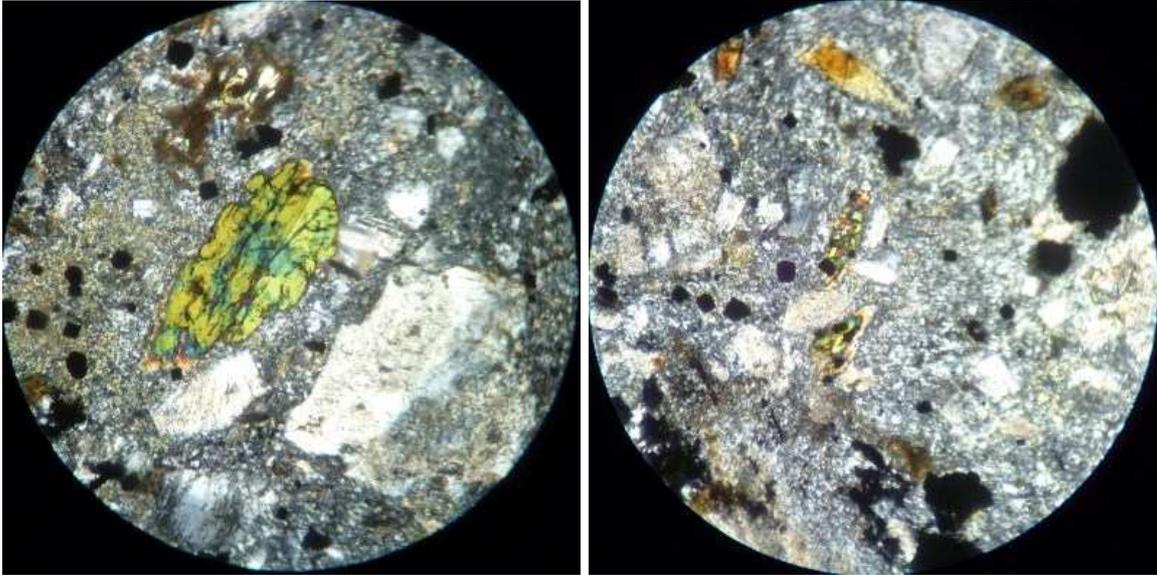
cvt 3,5mm - Np – Nc -Textura porfirica con fenocristales en matriz criptocristalina



cvt 3,5mm – Nc -Litoclasto – cvt 1,4mm –Nc - Turmalina



cvt 0,56mm - Np-Nc - Turmalina



cvt 1,4mm - Nc – Turmalina

Analyte	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Symbol												
Unit	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection												
Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
292	< 2	< 0.3	13	< 0.3	2	9	12	65	0.02	7.45	5.9	1430

Co. San Jorge – Calizas San Jorge Coordenadas GK 3439483 5861823 (ver mapa 14). Corresponde a los puntos 318 a 337 –

Son calizas de color gris azulado, estratificadas con rumbo general N-S e inclinación 50 a 60°. Se extienden por 7km abarcando un ancho de 2,5km, con un sector subaflorante de 1,5km que separa al cordón en Co. San Jorge Norte y Co. San Jorge Sur. Las calizas tienen algunos cuerpos concordantes de pórfido y están silicificadas fuertemente en algunos sectores. Se destacan venillas en stockwork con direcciones preferenciales E-O y ENE. Estas venillas, tienen hasta 5 cm y están rellenas de cristales de calcita de variado tamaño. Venas de cuarzo de 5 a 15 cm recorren los afloramientos en forma concordantes con la estratificación. Se hacen de mayor tamaño (30 cm) en el Co. San Jorge Norte.

Desde los puntos 325 hacia el Norte, el aspecto general varía, en franjas con dirección E-O, se encuentran fuertes cambios de color y el material está

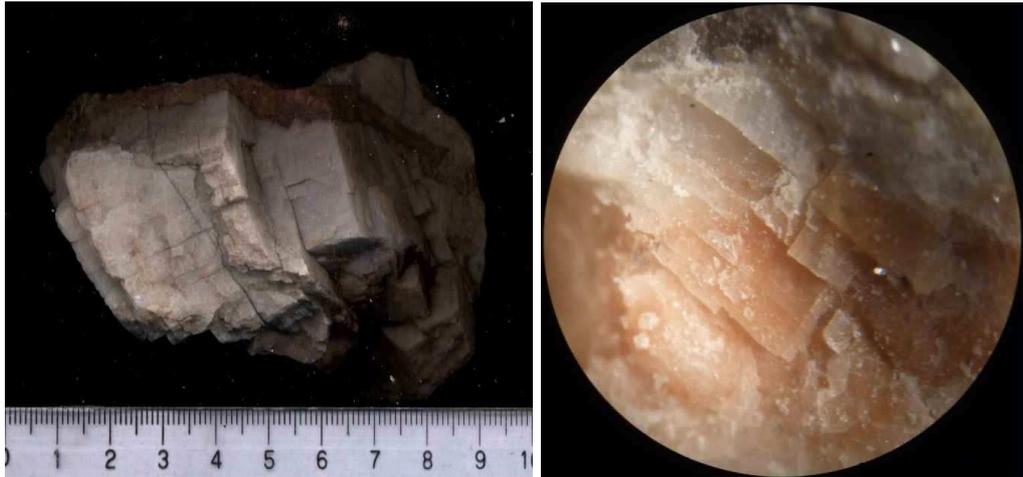
pulverulento. En algunos casos las rocas toman colores blanquecinos, en otros, amarillos hasta anaranjados. En el Co. San Jorge Norte (punto 338) la silicificación se hace más extensa, con contactos de roca alterada blanca, amarilla y anaranjada. En el sector suroeste del cerro San Jorge Norte se identificaron escasos diques de riolita afanítica.



Co. San Jorge Sur – cuerpos de pórfidos concordantes con las calizas



Co San Jorge Sur – stockwork de calcita en calizas



Co San Jorge Sur - cristales de calcita

Derecha: muestra de mano – Izquierda: imagen de lupa binocular – 5mm



Co. San Jorge – venas de cuarzo concordantes con la estratificación



Co. San Jorge Sur – zonas de alteración



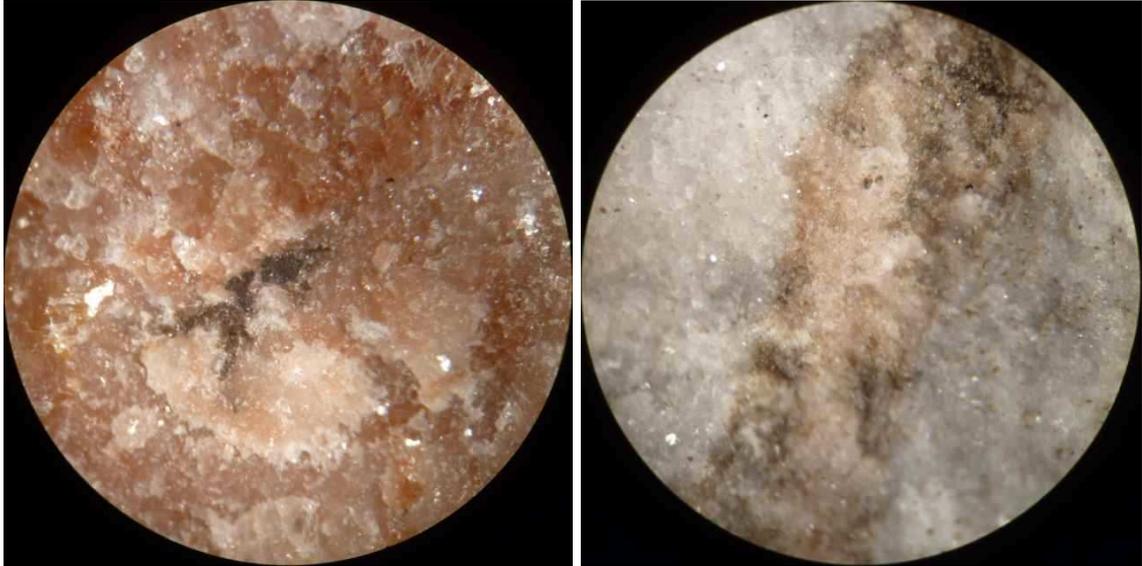
Co. San Jorge Norte - zonas de alteración



Co. San Jorge Norte - zonas silicificadas



Co. San Jorge Sur – cortes frescos de zona de alteración - muestras a y b



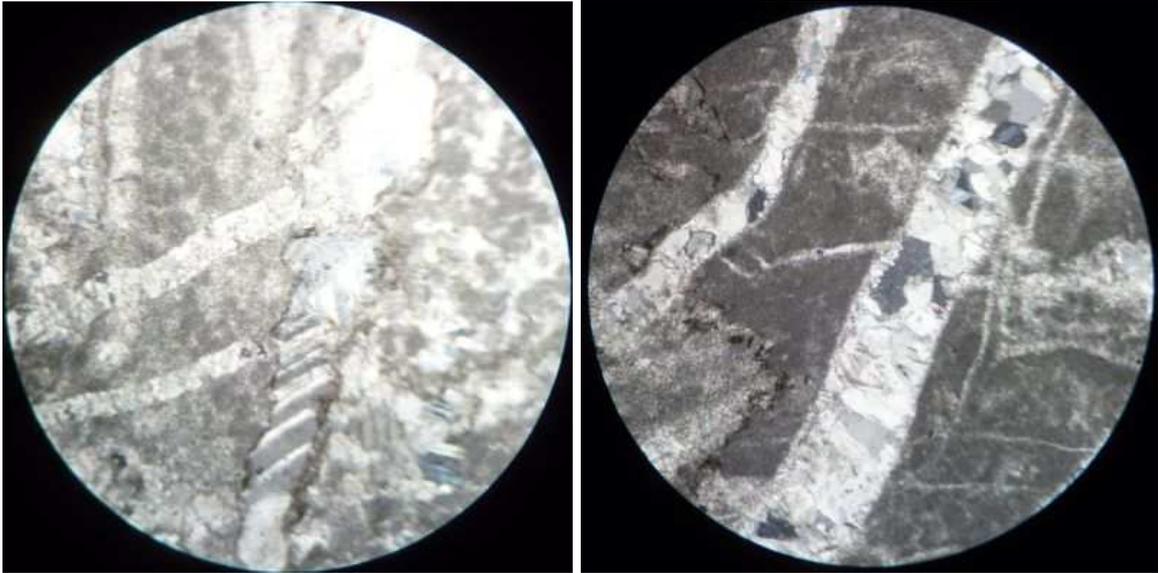
Co San Jorge – muestras alteradas -Imagen de lupa binocular – 5mm - muestra a y b



Co. San Jorge Norte - cortes frescos de zonas de alteración

Muestras 320 - 324 - 326

Calizas constituida por esparita, con parches de calcita recristalizada y venillas de reemplazo. Las venillas tienen bordes de opacos y calcita de neoformación con recorridos sinuosos que en partes se anastomosan o bifurcan. El conjunto es interceptado en forma perpendicular por venillas de relleno con calcita cristalina, que en algunos tramos se observan fracturadas y corridas y en otros forman stockworks multiepisódicos.

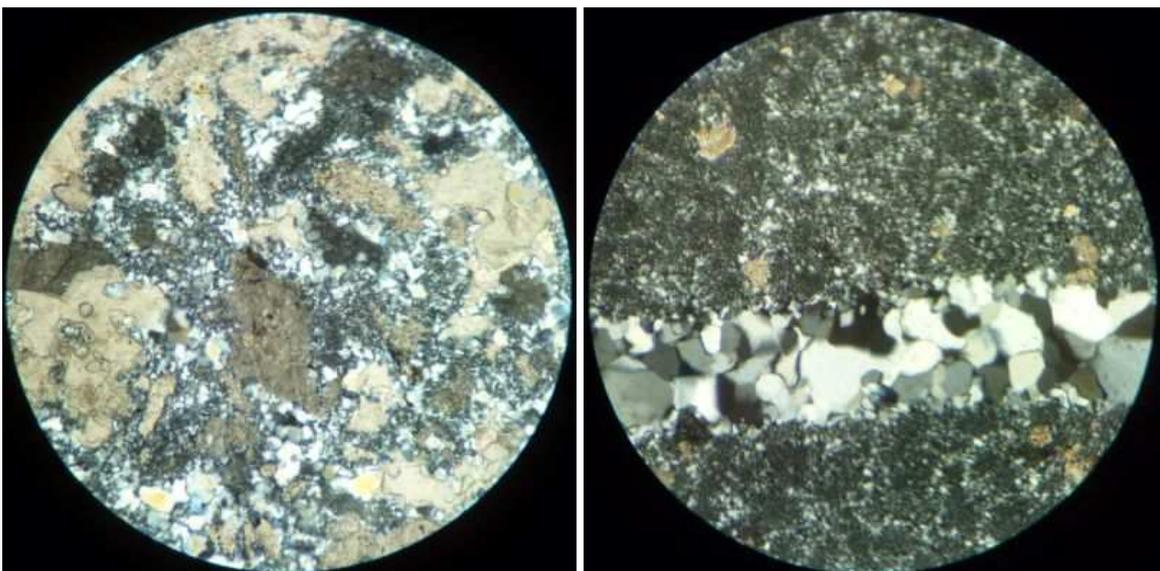


cvt 3,5mm –Np/Nc -venillas con opacos y calcita

Calizas silicificadas

Muestras 318-327 -328- 333-335-337 A y B

Calizas esparíticas con texturas de reemplazo. Unas muestras con agregados microcristalinos de cuarzo anhedral, otras con cuarzo microcristalino a criptocristalino con cristales individuales de calcita tardía dispersos en la pasta junto con venillas de relleno multiepisódicas de calcita microcristalina.



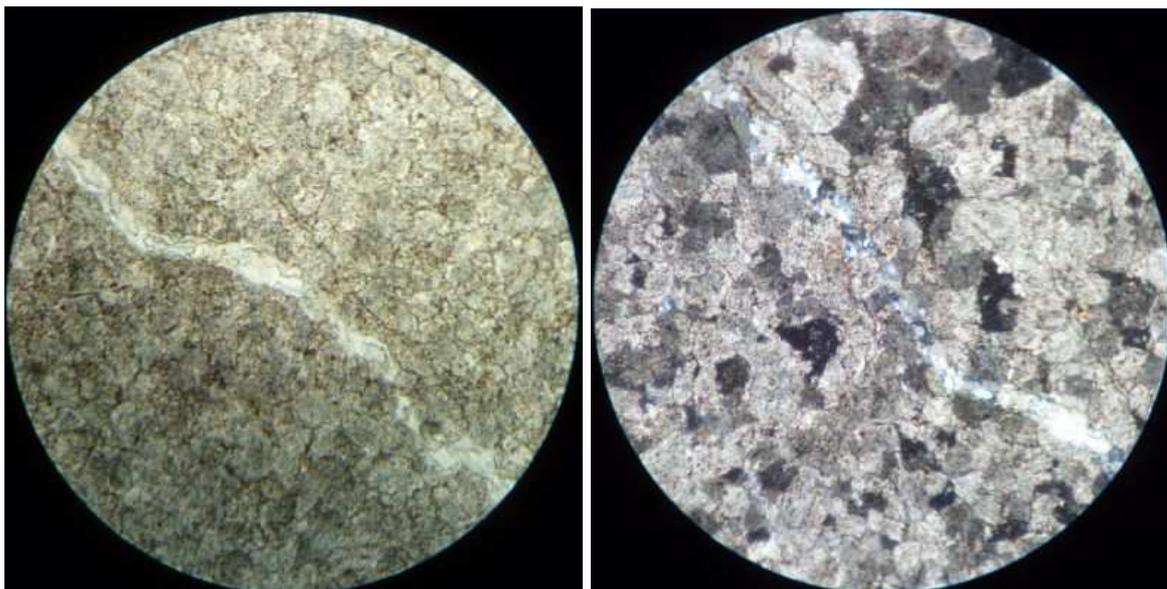
cvt 3,5mm -Np - reemplazo de calcita primaria por cuarzo –
cvt 3,5mm -Nc - sombras de calcita con cuarzo criptocristalino y venilla de cuarzo



cvt 3,5mm –Nc - venillas de calcita microcristalina – cvt 3,5mm – Np - cristales tardíos dispersos

En ambas texturas se desarrollan venillas de cuarzo tanto de reemplazo como de relleno. Las de reemplazo, tienen bordes irregulares y sinuosos y siguen los contactos entre granos interrumpiéndose por sectores. El cuarzo es del tipo anhedral, en forma de rompecabeza y está acompañado de calcita microcristalina y óxidos.

Las venillas de relleno en cambio son de bordes regulares y recorridos rectos con bifurcaciones, cruzando la muestra en varias direcciones. En este caso el cuarzo se desarrolla en forma simétrica desde la roca de caja (euhedral a subhedral) hacia el centro (subhedral) aumentando su tamaño de grano. Venillas muy irregulares, con formas estilolíticas están rellenas de opacos y sericita en las áreas silicificadas.



cvt 1,4mm – Np/Nc - venilla de reemplazo con cuarzo anhedral y calcita neoformada en micrita.

Analyte	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Symbol												
Unit												
Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection												
Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
319	< 2	< 0.3	5	< 0.3	2	< 3	2	< 1	0.01	0.1	3.7	< 50
320b	< 2	< 0.3	4	< 0.3	3	< 3	< 1	< 1	0.02	0.14	6.1	100
326	3	< 0.3	8	0.4	< 1	14	4	18	0.17	0.17	14.3	< 50
335a	< 2	< 0.3	4	< 0.3	< 1	11	2	3	0.18	0.07	40	< 50
336	< 2	< 0.3	4	< 0.3	1	11	< 1	7	0.14	0.04	5.3	< 50
337	< 2	< 0.3	9	< 0.3	3	< 3	2	2	0.02	0.07	2	< 50

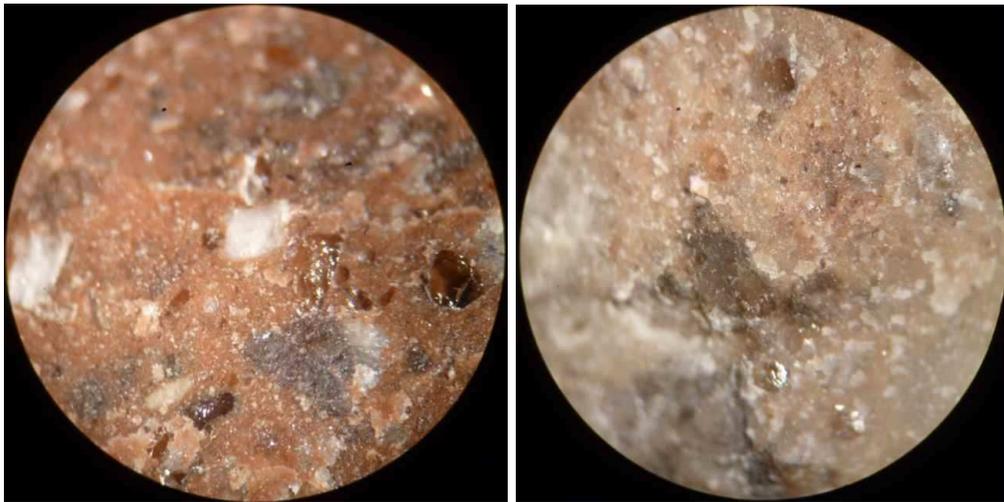
Cerro Ñaño - Coordenadas GK 3433302 5865264 (ver mapa 14)

Puntos 299 a 304 –

Son afloramientos de rocas porfíricas de composición riolítica con feldespato y cuarzo en una matriz roja o rosada afanítica.



Puntos 299 a 304 - cortes frescos



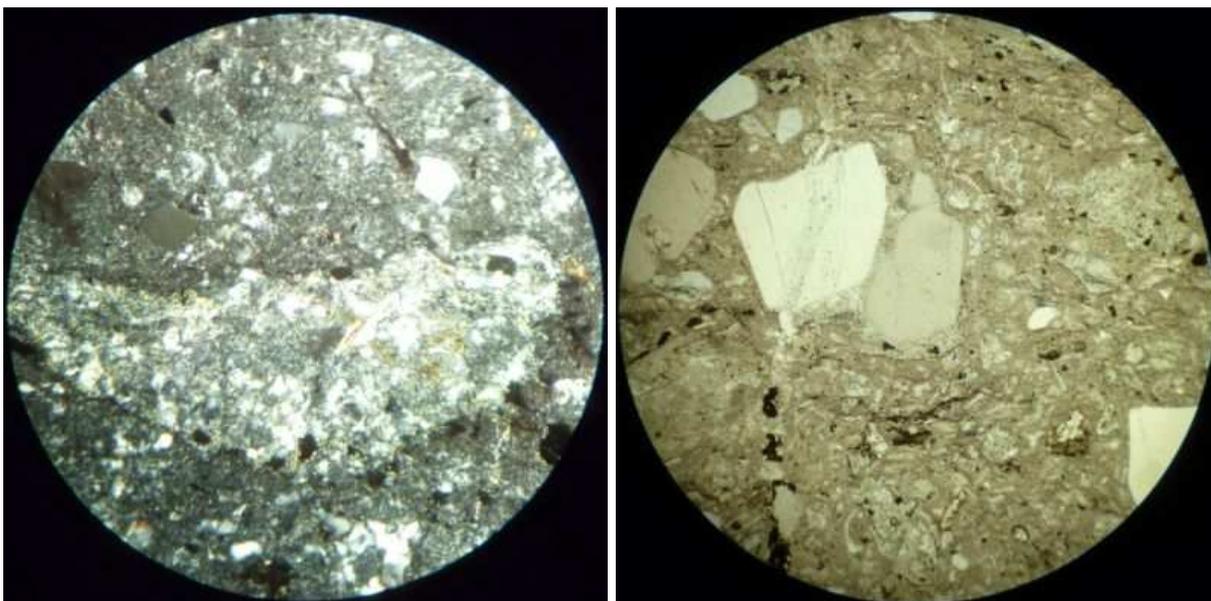
Puntos 299 a 304 – Imagen de lupa binocular – 5 mm

Ignimbrita cristalina de composición riolítica

Muestras 299 –301

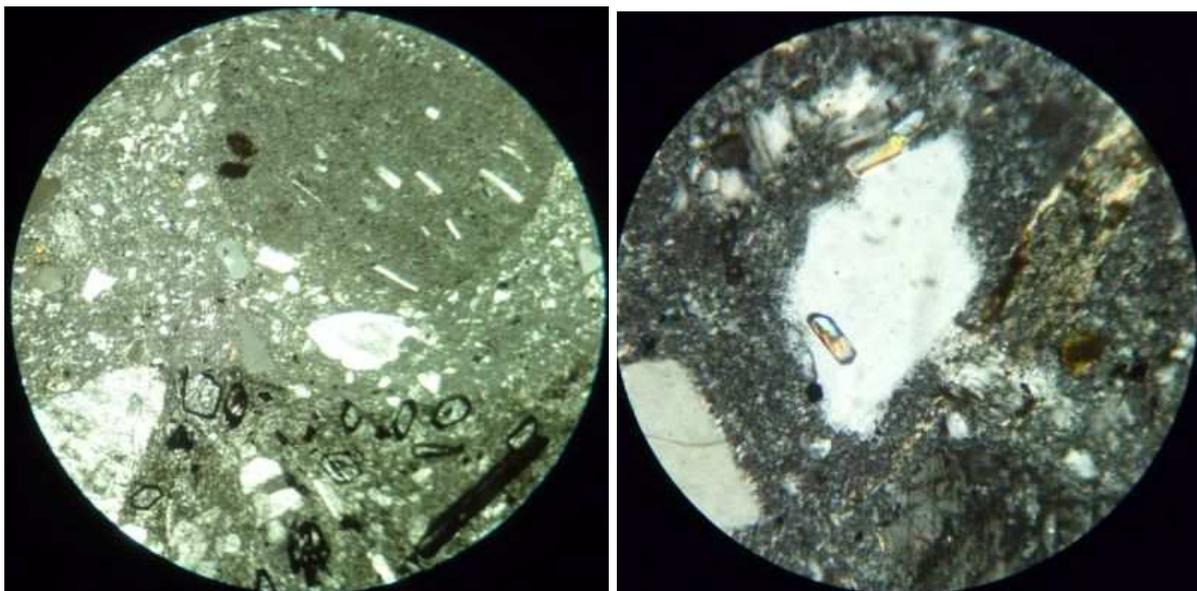
Rocas con textura fluidal y matriz soportada. Los componentes de mayor tamaño corresponden a cristales subangulares de 2mm de feldespato y cuarzo, fragmentos líticos volcánicos angulares (2 mm), cognatos y accesorios, similares a las lavas y fragmentos pumíceos, alterados a agregados de cuarzo feldespato anhedral o sericitizados en forma pervasiva. La matriz está formada por espículas de

vidrio alteradas a agregados cuarzo feldespáticos y fragmentos de cristales, con estilolitos rellenos de opaco que se disponen paralelos al flujo. Tanto la matriz como los feldespatos están sericitizados. Entre la sericita, también hay epidoto, clinzoicita, pirofilita? caolinita, apatito, circón y opacos anhedrales a subhedrales.

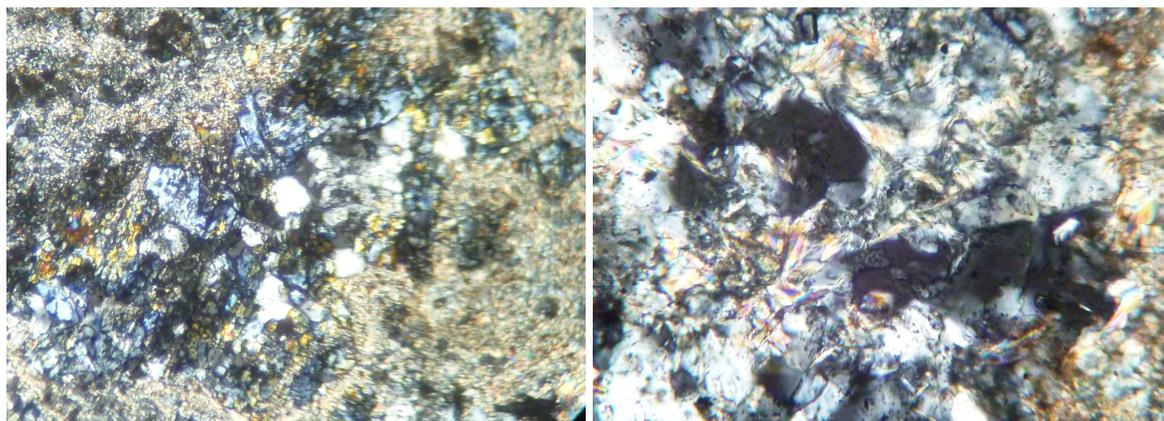


cvt 3,5mm –Nc - Fragmento pumíceo alterado a agregados anhedrales de cuarzo feldespato y sericitizado

cvt 3,5mm –Np -Trizas vítreas



cvt 3,5mm –NP - litoclastos – cvt 0,56mm –Nc -Circón



cvt 1,4mm -Nc -cristales de clinozoicita – epidoto . sericita – pirofilita?

El punto más extremo de la subregión 6 corresponde a un venilla de cuarzo de unos 20 cm de ancho que aflora sobre un camino vecinal, corresponde al punto 347 Se complementa con una muestra de ópalo tomada sobre la ruta 19 de la Formación El Fresco.

Análisis Químico

Analyte	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba
Symbol												
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm
Detection												
Limit	2	0.3	1	0.3	1	3	1	1	0.01	0.01	0.5	50
347 cuarzo	< 2	< 0.3	17	< 0.3	< 1	12	3	17	< 0.01	1.25	1.8	210
348 (ópalo)	2	< 0.3	8	< 0.3	2	< 3	2	4	0.06	0.11	3.5	< 50
301 ignimbrita	< 2	< 0.3	7	< 0.3	2	10	5	38	0.02	7.23	11.9	1240

Características químicas:

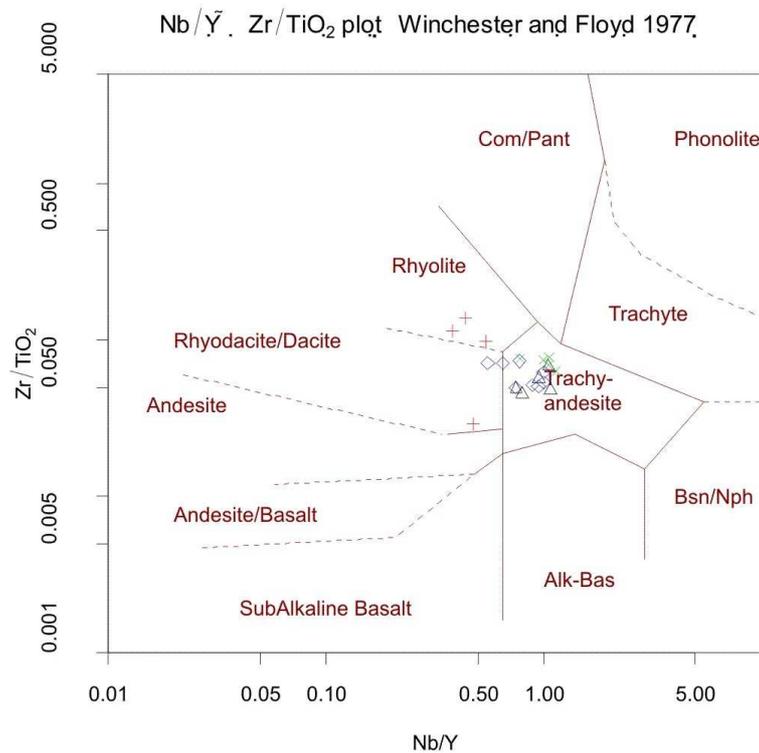
Se estudiaron muestras de rocas volcánicas (ignimbritas y lavas) de las Subregiones 1 y 2 y se agregaron muestras del mismo tipo, de varias áreas entre Puelches y el Río Colorado, para realizar un análisis comparativo. Como las rocas muestran diversos grados de alteración fue conveniente utilizar esquemas con elementos trazas (relativamente inmóviles) para la clasificación de rocas volcánicas alteradas (Winchester y Floyd, 1977).

Las muestras fueron agrupadas de la siguiente forma:

Muestra	Ubicación
1.137	Cerro Las Piletas
1.166	Cerro Las Piletas
1.353	Cerro Las Piletas
1.791	Salina Gestau
1.801	Salina Gestau
1.194	Sur Lihuel Calel
1.207	Sur Lihuel Calel
1.216 (3)	Sur Lihuel Calel
1.270	Sur Lihuel Calel
1.555	Sa Choique Mahuida
1.560	Sa Choique Mahuida
1.650	Sa Choique Mahuida
1.649	Sa Choique Mahuida
1.678	Sa Choique Mahuida
1.734(A)	Lag Puelches
1.734(D)	Lag Puelches
1.734(E)	Lag Puelches
1.750	Lag Puelches
2.3	Lag Puelches
2.20	Lag Puelches
2.33	Lag Puelches
2.50	Lag Puelches



Ubicación de muestras



- △ Cerro Las Piletas Salina Gestau
- + Sur Lihuel Calel
- × Sa Choique Mahuida
- ◇ Lag Puelches

Figura 1 – Clasificación de rocas – según Winchester y Floyd, 1977
(gentileza Dr. M Arnosio)

En la figura 1 se presenta la clasificación de las rocas volcánicas estudiadas en las relaciones Zr/Ti (un indicador de diferenciación química) y Nb/Y (un indicador de alcalinidad), donde las muestras con excepción de una (Riodacita/Andesita) muestran una transición desde el campo de las traquiandesitas-dacitas a riolitas.

Proyectando todas las muestras analizadas en un perfil de REE (Rare Earth Elements) normalizadas a condrito según Nakamura (1974), se puede observar en general un enriquecimiento en LREE, una anomalía negativa en Europio y un patrón plano o con leve empobrecimiento en HREE (Fig. 2).

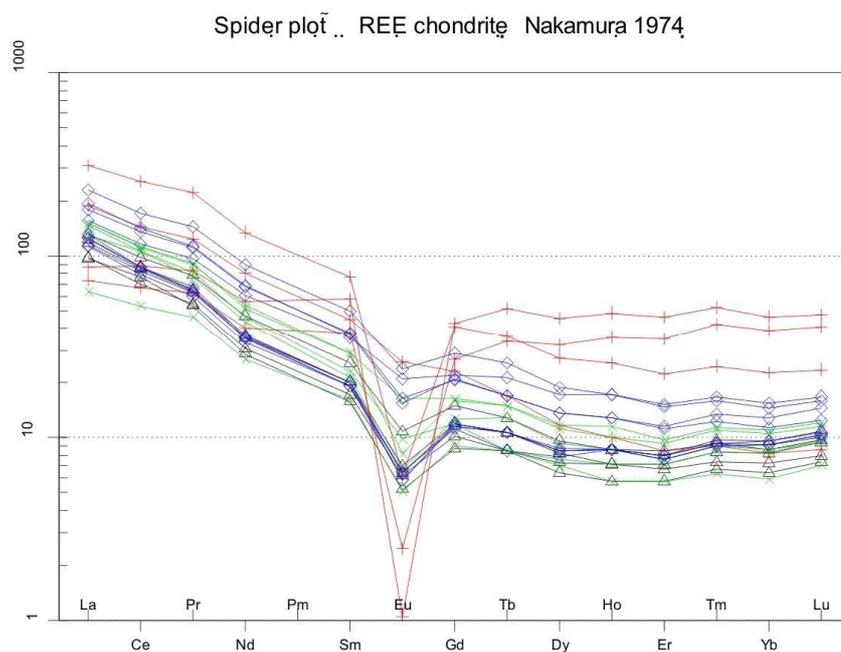


Figura 2 - Perfil de REE (Rare Earth Elements) normalizadas a condrito según Nakamura (1974) – (gentileza Dr. M. Arnosio)

Las muestras de Laguna Puelches están bastante enriquecidas en LREE probablemente por la presencia de una fase mineral concentrada de este tipo de REE como apatito o allanita.

Las muestras de Salina Gestau, si bien siguen el patrón general, están menos enriquecidas que las muestras de Laguna Puelches.

Si comparamos estos patrones con las Sierras de Choique Mahuida notamos que las muestras de esta zona son similares a las de Salina Gestau, mientras que las muestras consideradas Sur de Lihue Calel llegan a tener patrones más extremos con respecto a las otras, anomalías muy negativas de Europio, enriquecimientos importantes en LREE superiores a Laguna Puelches.

Por otra parte, la composición de elementos traza de las rocas volcánicas en estudio, se ha utilizado para construir diagramas multielementos, normalizados a manto primitivo (Fig. 3). Estos gráficos se caracterizan en general por:

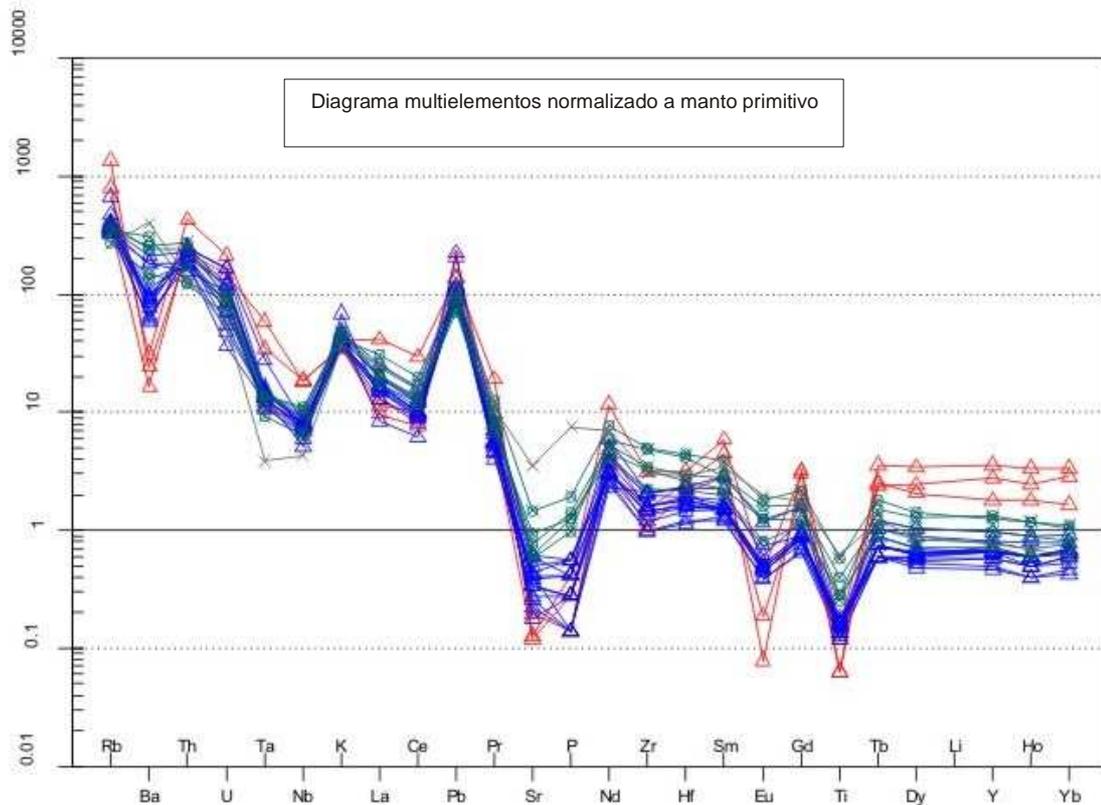


Figura 3 – Diagrama multielementos, normalizados a manto primitivo según Pearce and Parkinson, 1993 (gentileza Dr. M. Arnosio)

un enriquecimiento en elementos altamente incompatibles (Rb) que disminuye conforme se incrementa la compatibilidad y que concluye con un patrón plano entre Tb y Lu. Un patrón en zig-zag que incluye anomalías negativas de Nb, Cs, Sr, Zr y Ti, una anomalía positiva de Pb.

Si se estudian las muestras de la Subregión 1 con cantidades de SiO₂ entre 68 y 71% se observa un empobrecimiento en Nb, Ba, Sr, y Ti y un enriquecimiento en Pb, Th y Rb. (Fig. 4). Si estas muestras se comparan con otras similares en contenido de SiO₂ de la localidad de La Reforma, provincia de La Pampa (Llambías *et al.*, 2003) se observa que el empobrecimiento en Nb y Ti coincide pero no en Sr, además de estar enriquecidas en Ba y Zr.

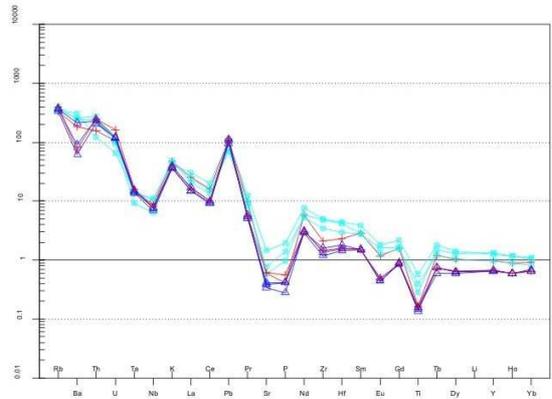
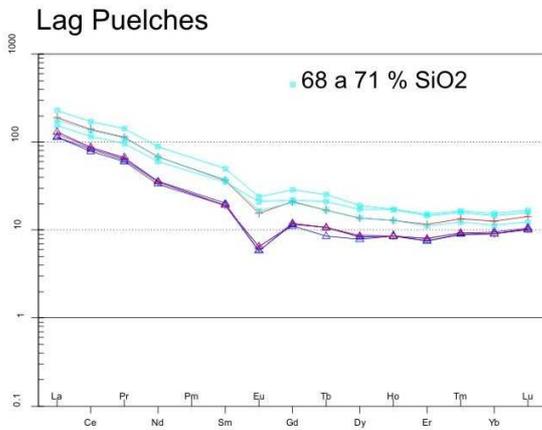


Figura 4 – Perfil de REE (Rare Earth Elements) normalizadas a condrito y diagrama multielementos, normalizados a manto primitivo – Laguna Puelches (gentileza Dr. M. Arnosio)

Para profundizar sobre la génesis de estas rocas, se utilizó un diagrama de discriminación tectonomagmáticas tradicional, $Rb - (Y + Nb)$ propuesto por Pearce *et al.* (1984) para la discriminación de rocas graníticas. Las rocas volcánicas estudiadas muestran en general una afinidad con el campo de los granitos de arco volcánico, complementados por granitos sincolisionales y de intraplaca. (Fig. 5).

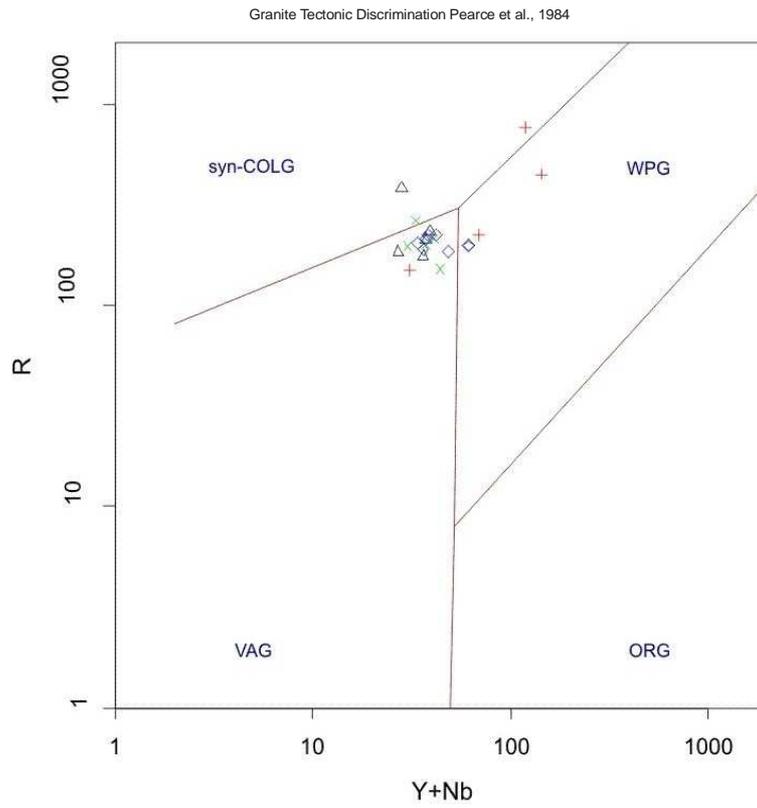
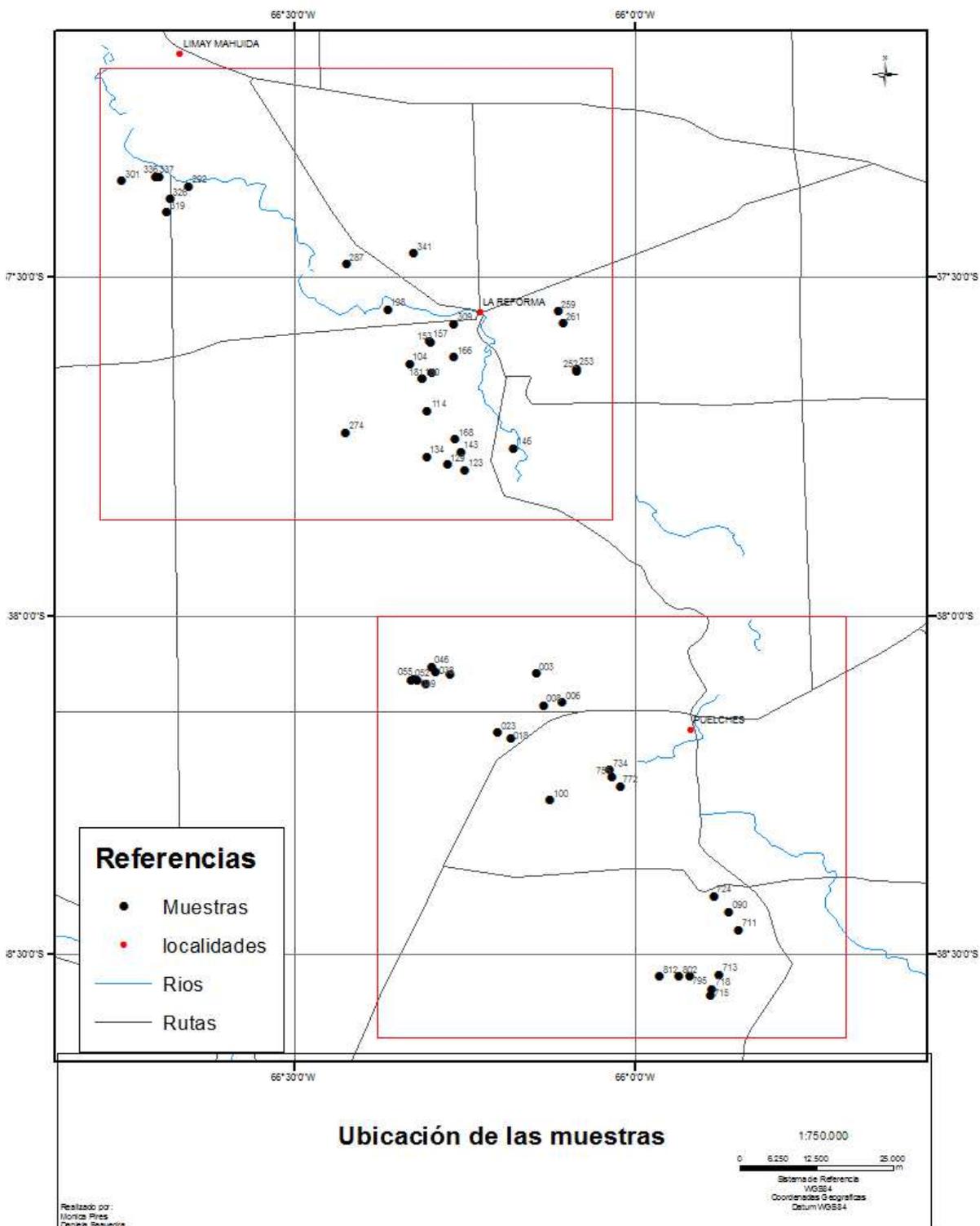


Figura 5 - Diagrama de discriminación tectonomagmáticas tradicional, Rb – (Y + Nb) propuesto por Pearce *et al.* (1984)

Distribución geoquímica de los elementos. Tratamiento Estadístico Univariante



Mapa 14

El objetivo fundamental de este apartado es conocer el comportamiento de cada una de las variables o elementos de forma individual.

Se realizó el tratamiento univariante a 63 muestras de roca provenientes de la zona al norte de Puelches, incluyendo la Laguna La Amarga, la Salina San Máximo y la Salina Gestau al sur de esa localidad (Ver Mapa 14)

Los elementos analizados fueron: Au, Ag, Cu, Cd, Mo, Pb, Ni, Zn, S, Al, As, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, Hg, Ir, K, Li, Mg, Mn, Na, P, Rb, Sb, Sc, Se, Sr, Ta, Ti, Th, U, V, W, Y, La, Ce, Nd, Sm, Sn, Tb, Yb, Lu.

El análisis Univariante comprendió un análisis descriptivo para cada uno de los elementos, mediante estimación de los estadísticos de tendencia central (medias y medianas), distribución de frecuencias (frecuencia, máximo, mínimo, curtosis) y estadístico de dispersión (desviación estándar).

Además se realizaron grafico de cajas, que permitieron identificar los valores extremos, gráficos de probabilidad normal e histogramas de frecuencia, que permitieron establecer la distribución de las frecuencias de los elementos.

Estas herramientas nos permiten delimitar zonas posiblemente anómalas, valores de fondo y elementos trazadores.

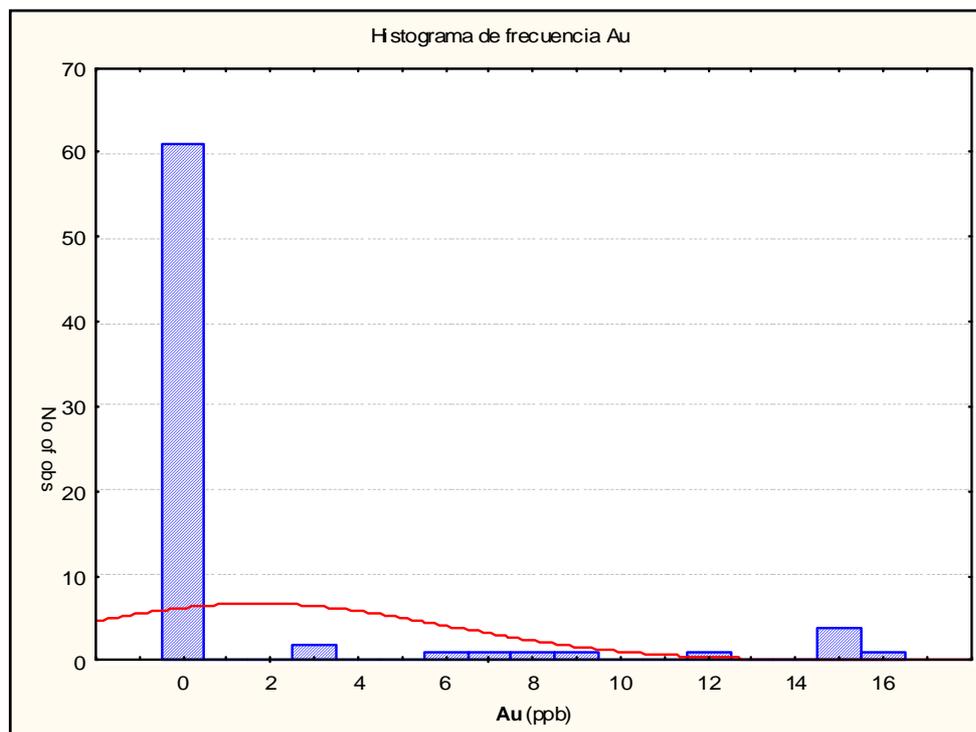
Del tratamiento estadístico de los datos se han obtenido un grupo de elementos (o variables) con nulo grado de dispersión, debido a que su concentración esta por debajo del limite de detección (de la técnica analítica utilizada), por lo tanto son variables no validas para el análisis estadístico; estos elementos son: Hg, Ir y Se.

Hay otros elementos, como Au, Ag, Bi, Ta, W y Sn que presentaron mas del 80 % de sus valores por debajo del límite de detección, pero se mantuvieron en el análisis estadístico por su importancia metalogénica.

Oro (Au)

Las concentraciones de oro, como lo mencionamos anteriormente, muestran una dispersión nula debido a la cantidad de valores por debajo del límite de detección.

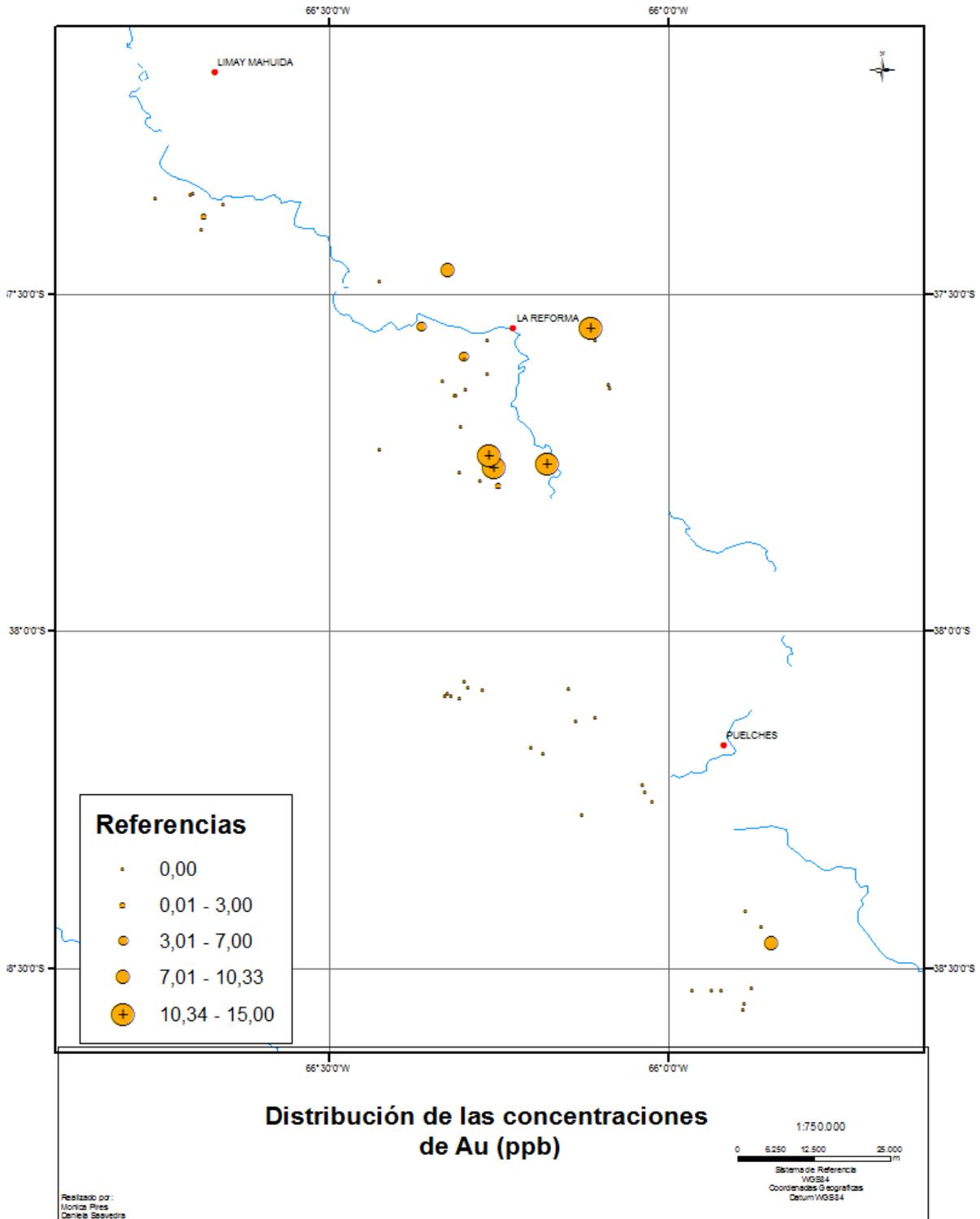
El oro muestra una distribución no ajustada a una distribución normal, la mayor frecuencia se ubica por debajo de la media, y al observar el histograma podemos evidenciar la mayoría de los valores por debajo del límite de detección (<2 ppb; 0,002ppm) , estos valores coinciden con lo publicado en bibliografía, donde se establece que los valores promedio de oro en la corteza terrestre están en el orden de los 3 ppb (Rose *et al*, 1979), lo que podría considerarse entonces el valor umbral o de fondo.



Los valores por encima del fondo, pueden o no ser considerados como anomalía o enriquecimiento. Un valor anómalo debe cumplir, en este caso, la premisa de que tiene que exceder el valor del promedio más dos veces la desviación estándar, es decir, deberá superar el umbral de 10,32 ppm.

Del conjunto de datos, 4 valores se sitúan por encima de 10, 33 ppm y podríamos asignarlos como anómalos.

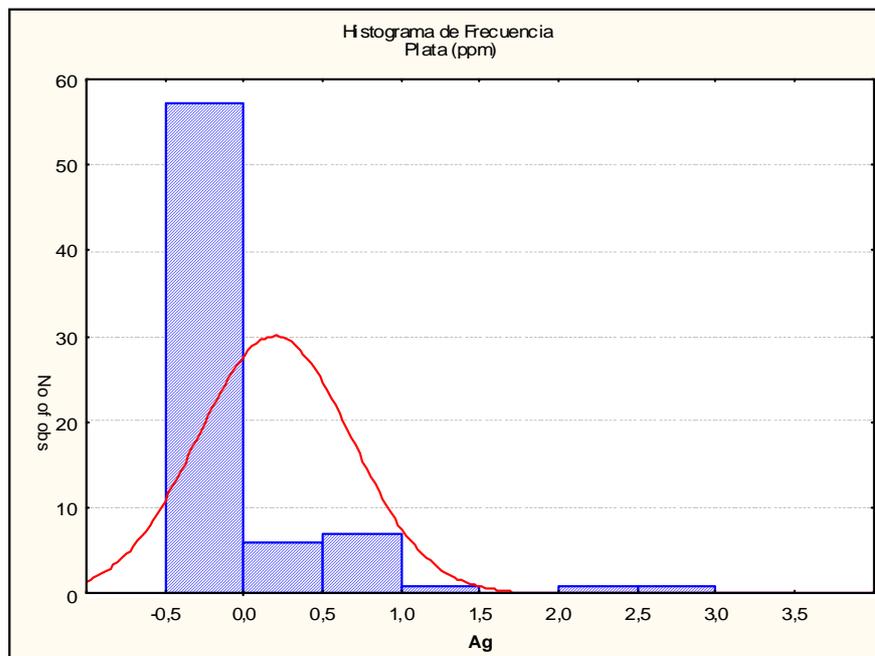
Estos valores anómalos aparecen distribuidos espacialmente como se observa en el mapa, pudiendo delimitar un área posiblemente enriquecida en el elemento.



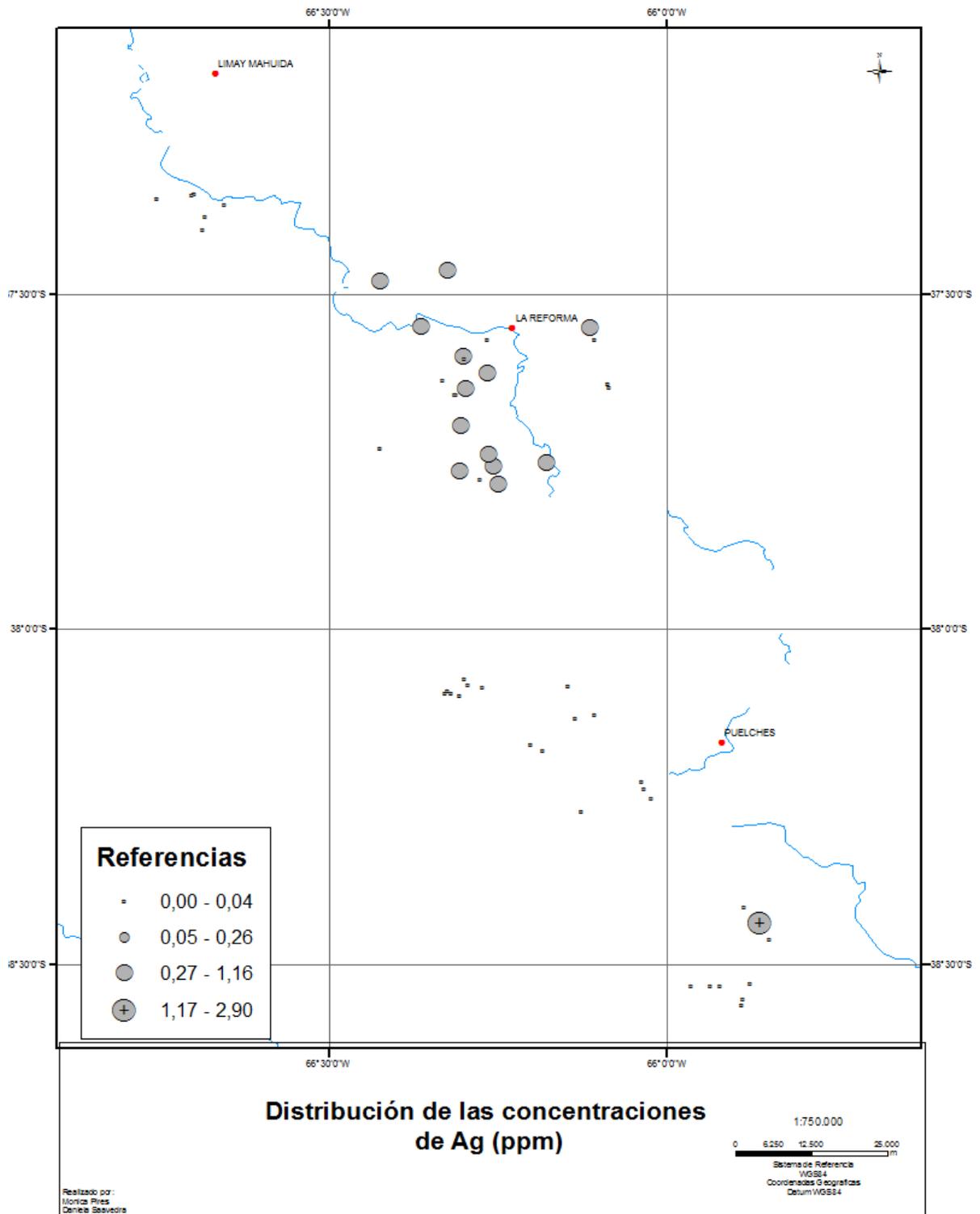
Plata (Ag)

La plata muestra una tendencia normal, con la mayoría de las muestras por debajo del límite de detección (0,3 ppm), con un valor promedio de 0,19 ppm y con un valor máximo de 2,90 ppm.

El valor medio, reportado según bibliografía, en la corteza terrestre para la plata es de 0,07 ppm (Mason y Moore, 1982), por lo que podemos considerar y observando el histograma que un grupo de muestras pertenece a una población que integra al valor de fondo, y otra población que podría ser o no considerada anómala.



Para que un valor sea considerado anómalo debe exceder, en este caso, los 1,16 ppm; por lo tanto, podemos asumir valores anómalos de plata; que se distribuyen geográficamente al sur de Puelches.

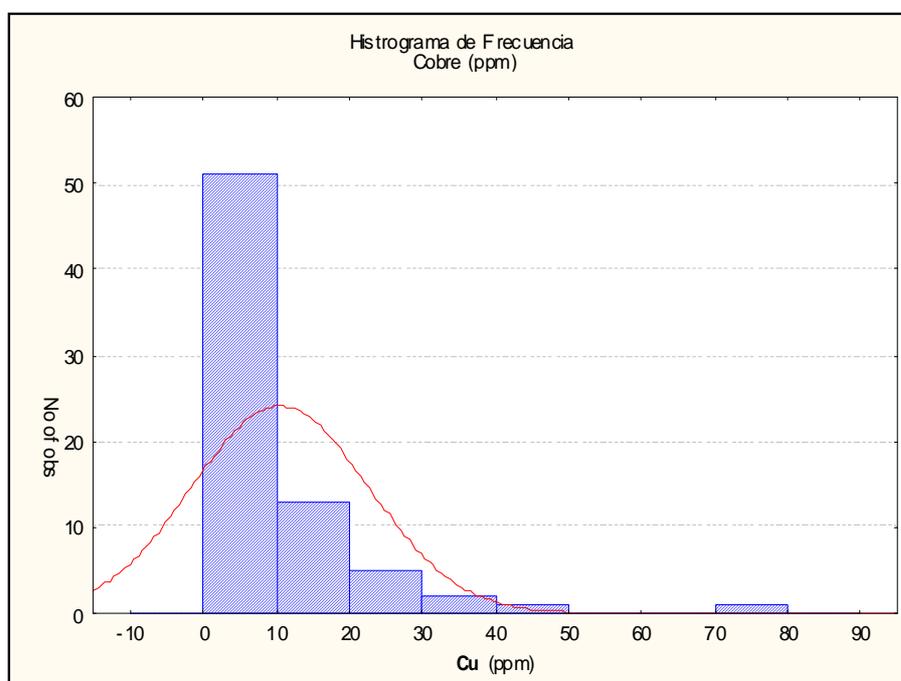


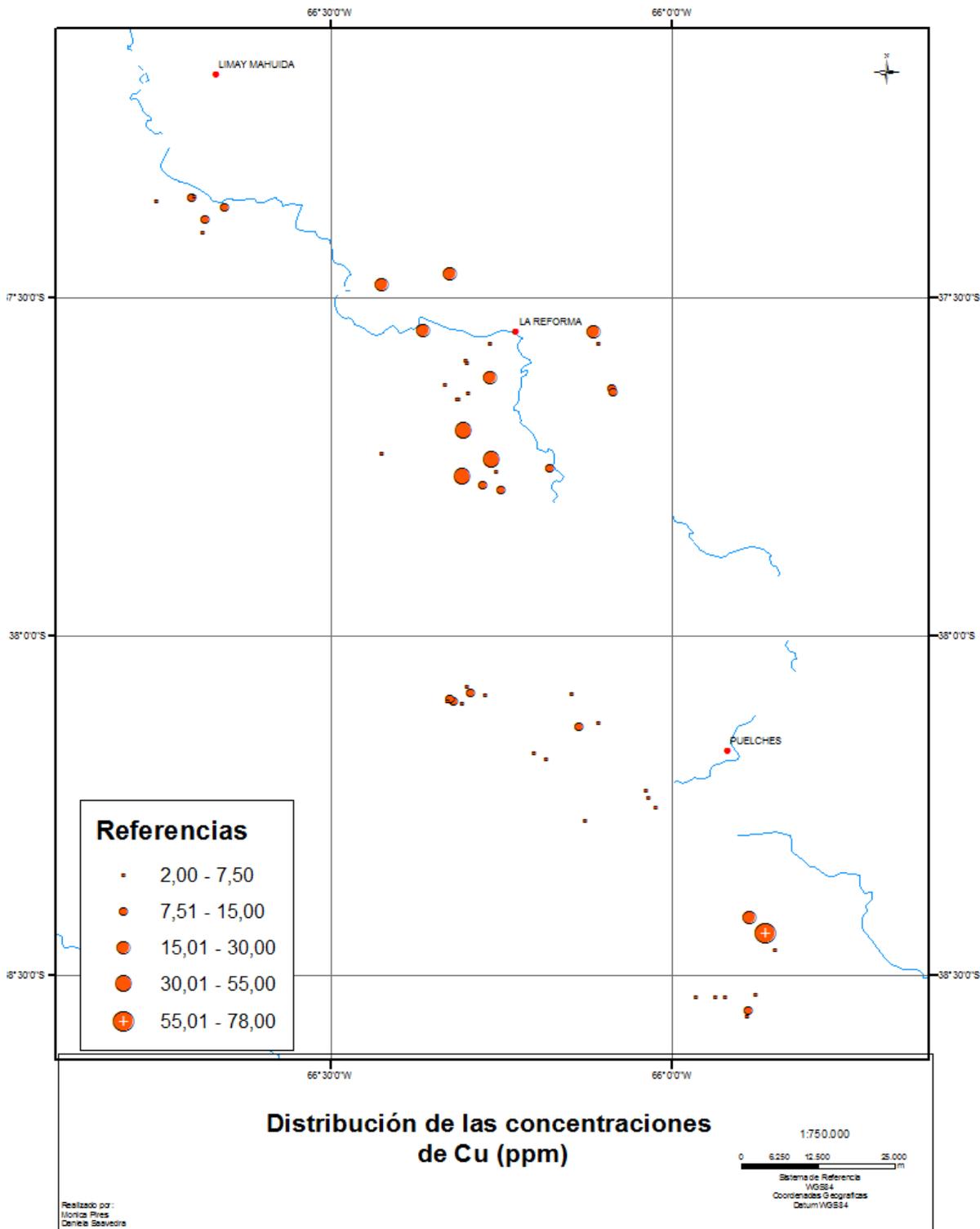
Cobre (Cu)

El valor promedio de la concentración de cobre es de 10,41 ppm con un valor máximo de 78 ppm. El valor promedio del cobre en la corteza terrestre esta en el orden de los 55 ppm (Mason y Moore 1982); por lo tanto los valores de fondo se conservan dentro del rango de valor.

Gráficos estadísticos muestran una distribución del cobre con dos poblaciones claramente definidas. (ver histograma, gráfico de caja y distribución normal)

Los valores de cobre que excedan los 34,56 ppm pueden ser considerados anómalos dentro del sistema en estudio; dado que ese valor esta por abajo del valor promedio citado en bibliografías, se tomara como anómalo los valores que excedan al valor de fondo, por lo que resultan algunas muestras con valores fuera este valor. La distribución geográfica de estas anomalías se ubica al sur de Puelches (las mismas muestras que para Plata) aunque son pequeñas.

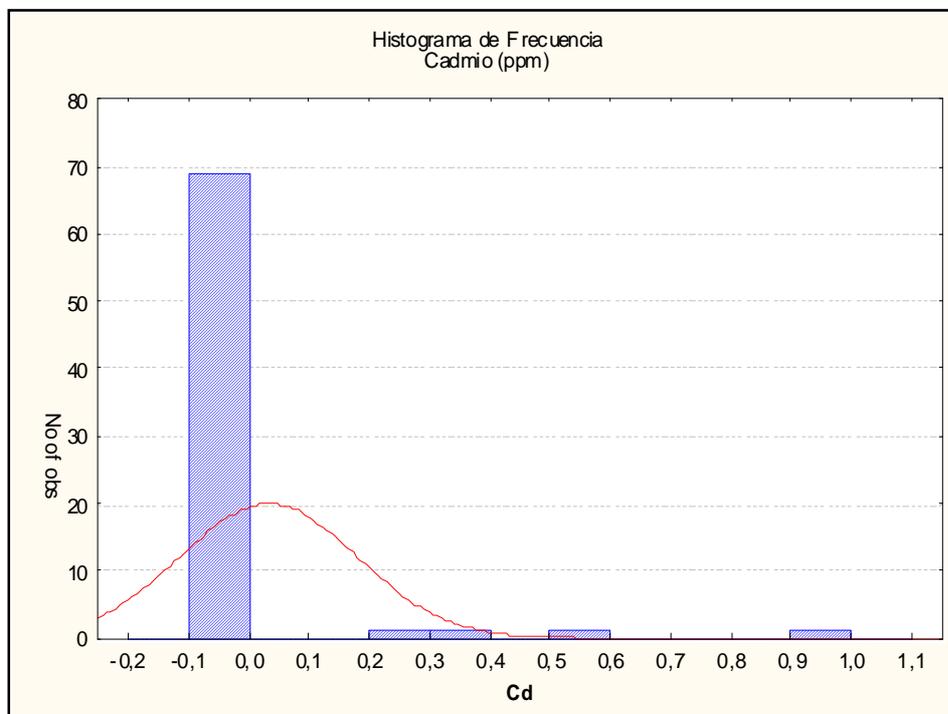




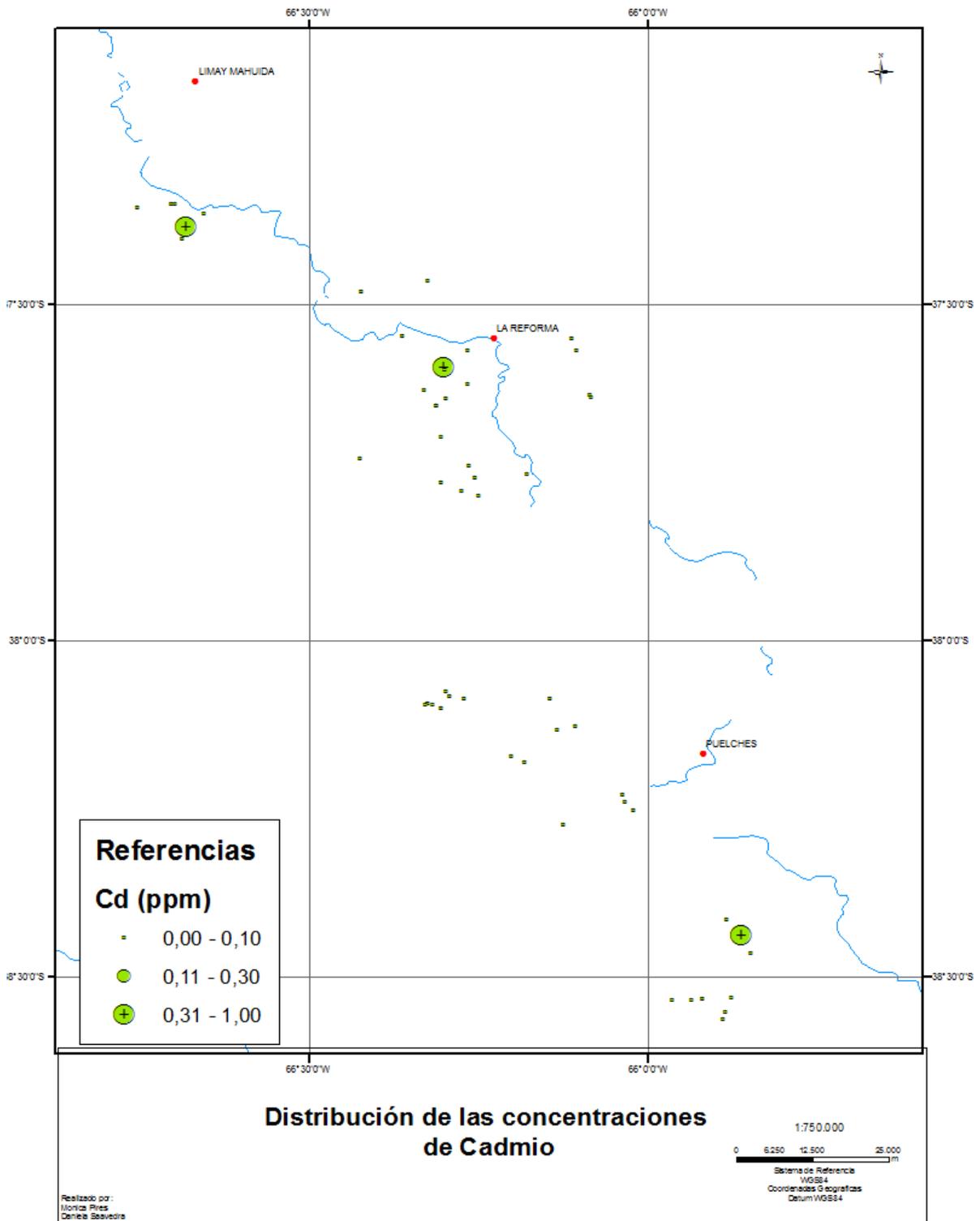
Cadmio (Cd)

El cadmio muestra una tendencia normal, con dos poblaciones. El valor promedio es de 0,03 ppm y un máximo de 1,00 ppm. El valor promedio de cadmio en la corteza es de 0,1 ppm (Rose *et al*, 1979), por lo que asumimos que el fondo geoquímico en estas muestras caen dentro del rango de hasta ese valor (0,1 ppm)

Las anomalías de cadmio, muestran valores de hasta 1 ppm, diez veces más que el valor promedio establecido en la bibliografía.



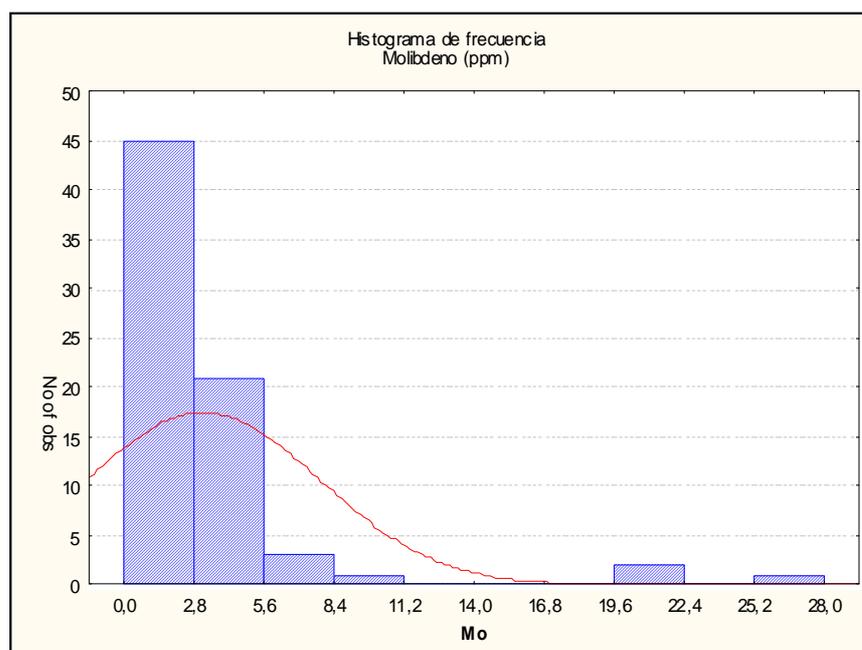
La distribución de las anomalías se observa al Norte y al Sur de Puelches



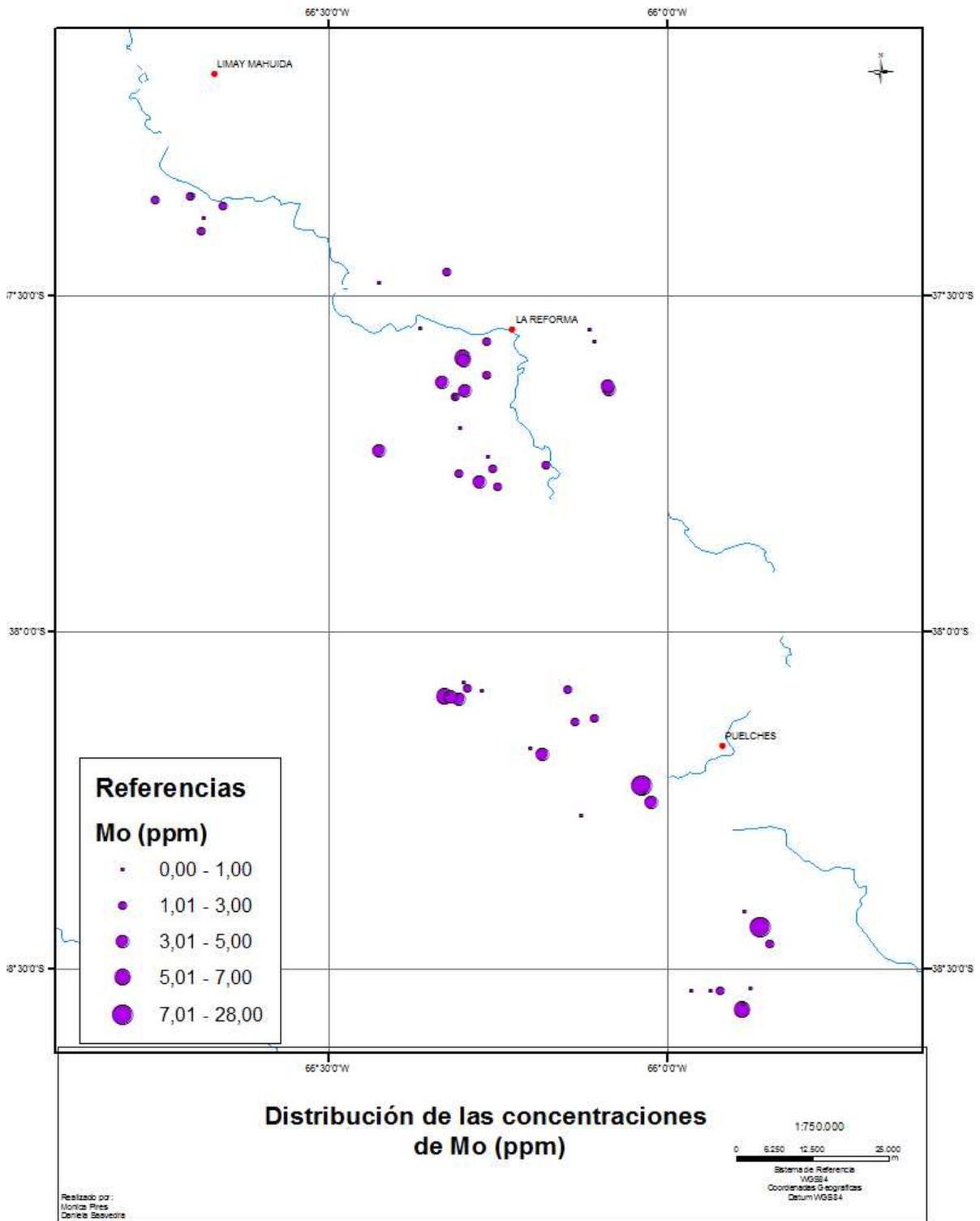
Molibdeno (Mo)

El molibdeno muestra una distribución lognormal, donde se puede diferenciar dos poblaciones. El valor de la mediana es de 2 ppm con un valor máximo de 28 pmm. Los valores reportados por la bibliografía para el molibdeno son de 1,5 ppm (Rose *et al*, 1979), por lo que el valor resultante de la mediana para estas muestras caen dentro de este rango.

El grafico de caja, nos permite observar valores extremos y fuera del rango. Los valores anómalos para este caso, deben exceder los 12,47 ppm; se observa claramente en el histograma de frecuencias las muestras que conforman la segunda población, posiblemente anómala o enriquecida en el elemento.



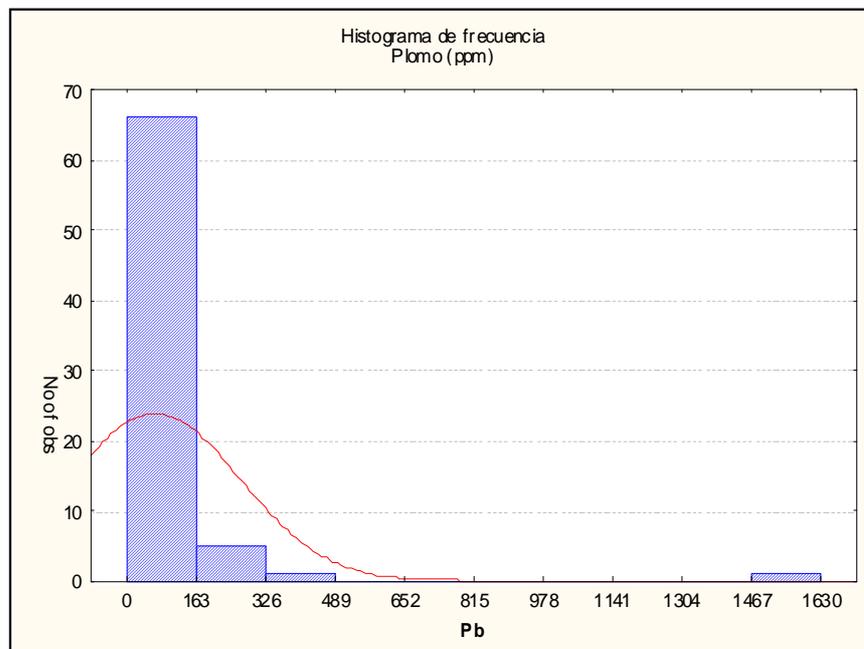
La distribución geográfica de las anomalías se encuentra en la zona sur de Puelches.



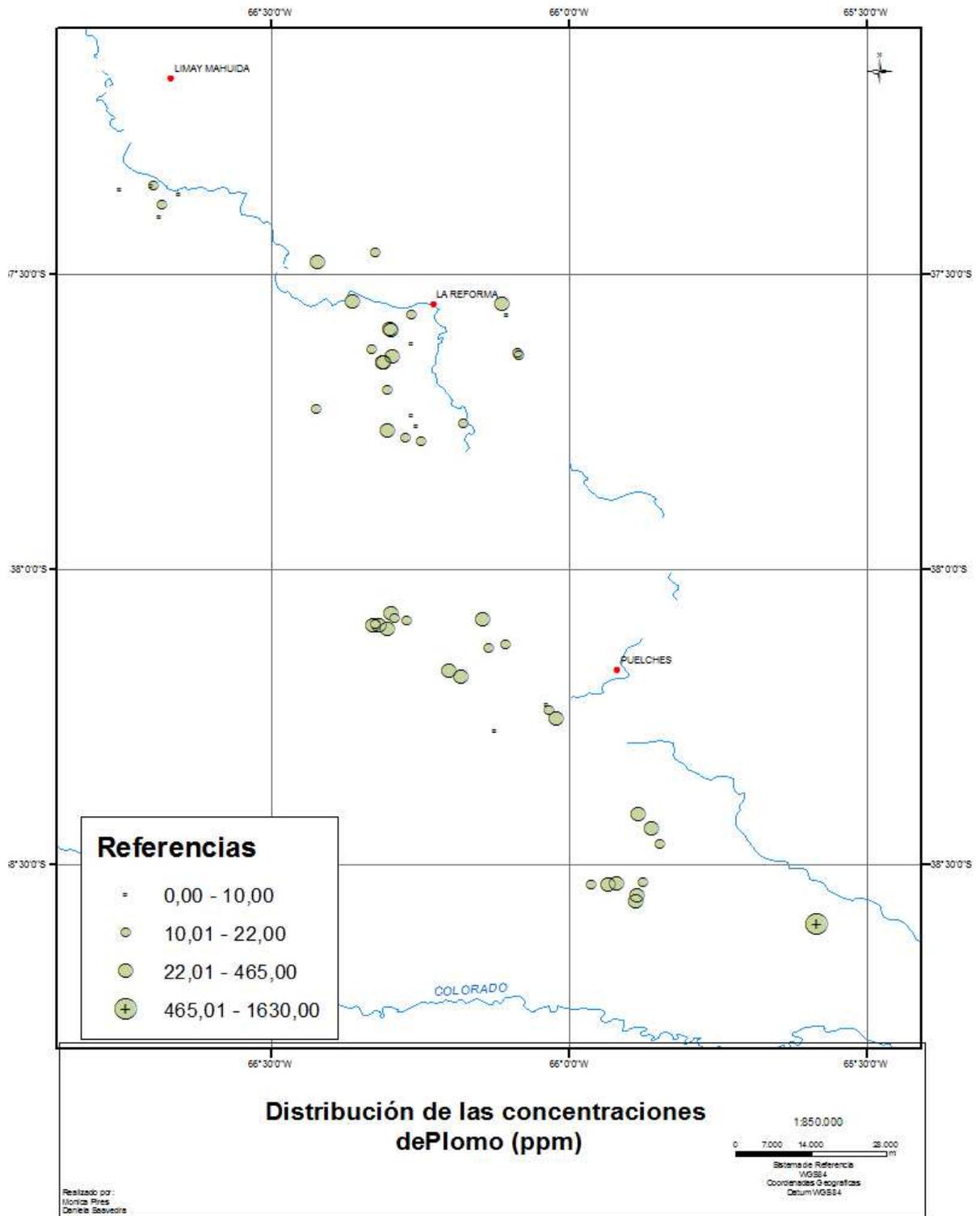
Plomo (Pb)

Los valores de plomo se ajustan a una distribución lognormal, con asimetría positiva y con valores extremos; un máximo de 1630 ppm y una mediana de 22 ppm. Estos valores están por encima de los citados por la bibliografía que dan 10 ppm (Rose *et al*, 1979).

Los valores de la concentración de plomo, para ser considerados anómalos (para este muestreo) deben estar por encima de los 464,33 ppm. La mayoría de los valores de plomo podrían ser considerados valores de fondo.

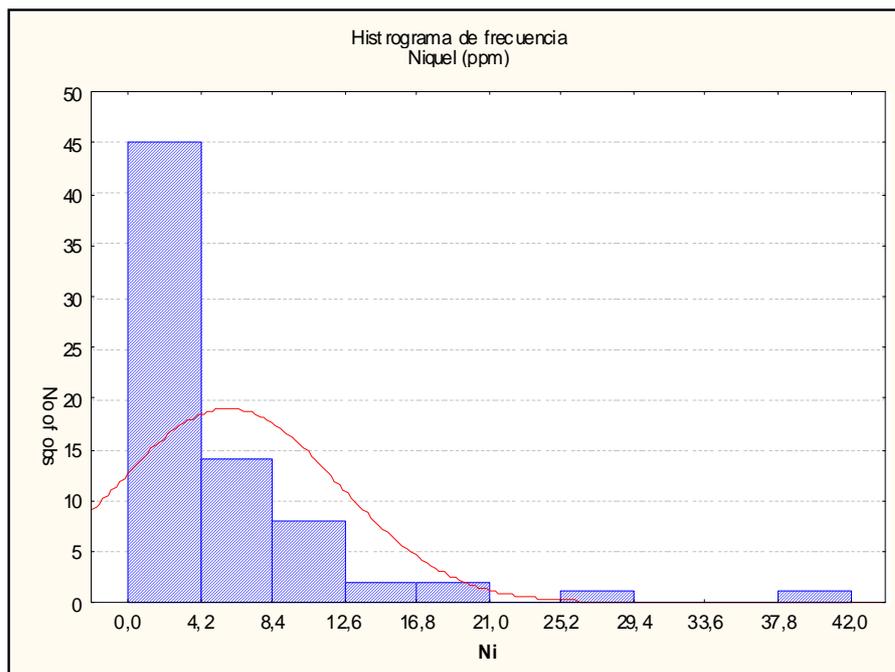


La distribución geográfica de anomalías (1 muestra) de plomo se encuentra localizada al sur de Puelches.

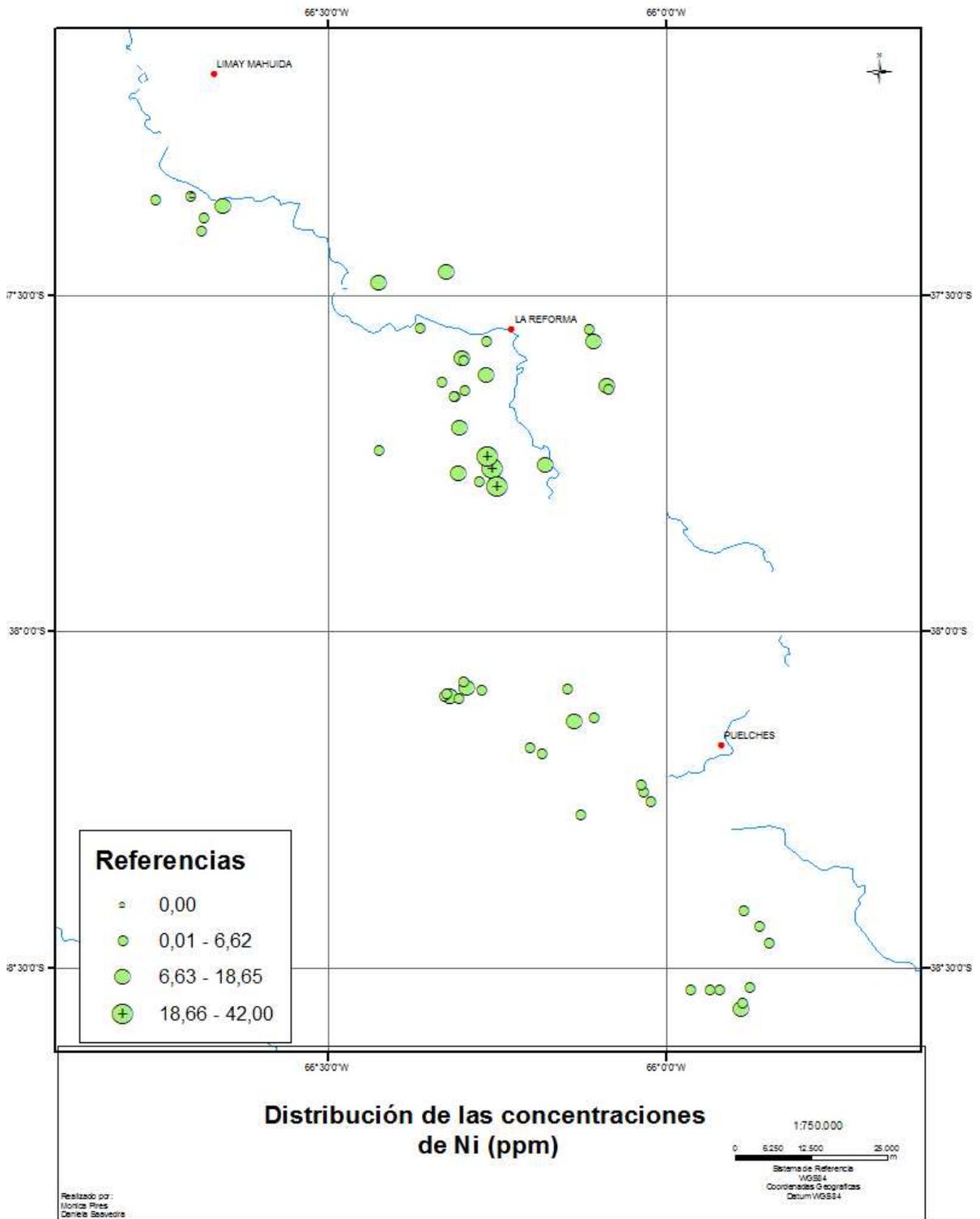


Niquel (Ni)

Los valores de niquel muestran una tendencia a una distribución lognormal, con asimetría positiva; los valores máximos alcanzan 42 ppm y con una mediana de 4 ppm. Los valores están por debajo del valor promedio en la corteza, según datos bibliográficos, que es de 75 ppm.



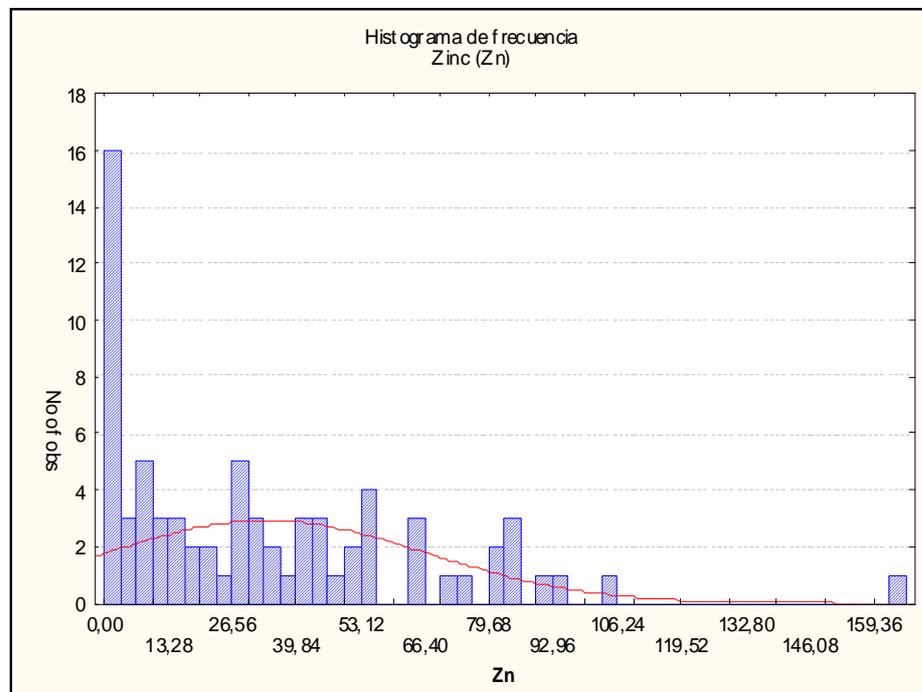
Las muestras anómalas deben exceder los 18,65 ppm, y las que cumplen con esta condición se encuentran distribuidas al norte de Puelches.



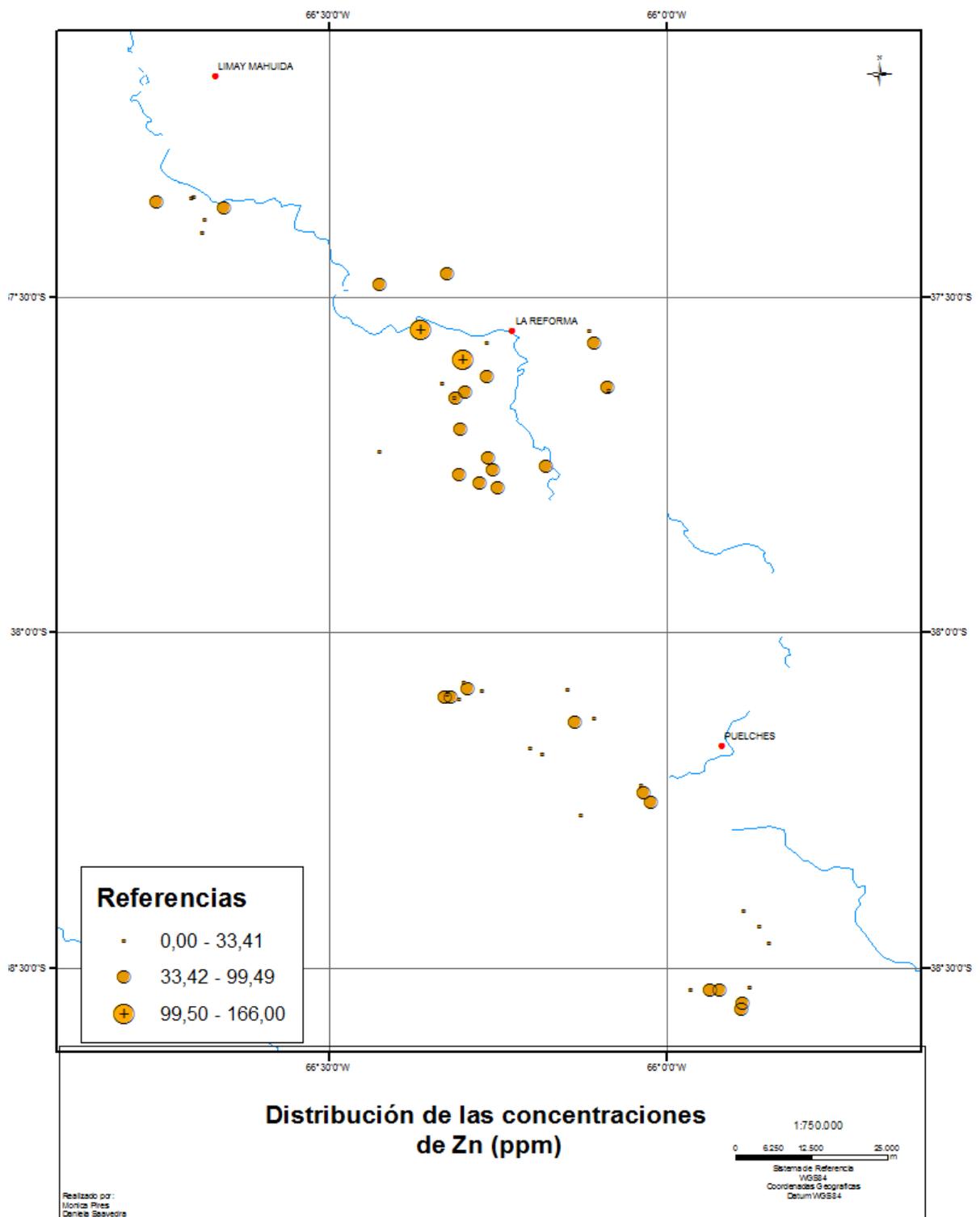
Zinc (Zn)

Los valores de zinc se ajustan a una distribución normal-gaussiana. Con valores extremos de 166 ppm y un promedio de 33,41 ppm. El valor promedio de zinc en la corteza es de 2 ppm (Rose *et al*, 1979), por lo que las muestras resultan por encima de este valor citado en la bibliografía.

El valor del umbral geoquímico para el zinc es de 99,49 ppm; por lo que los valores que excedan este valor pueden asumirse como valores posiblemente anómalos.

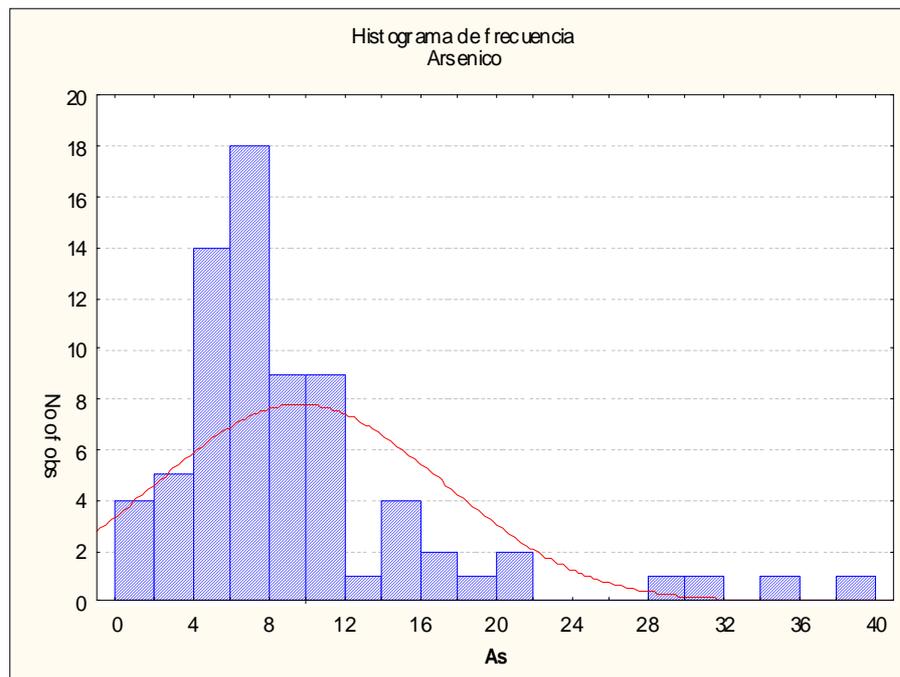


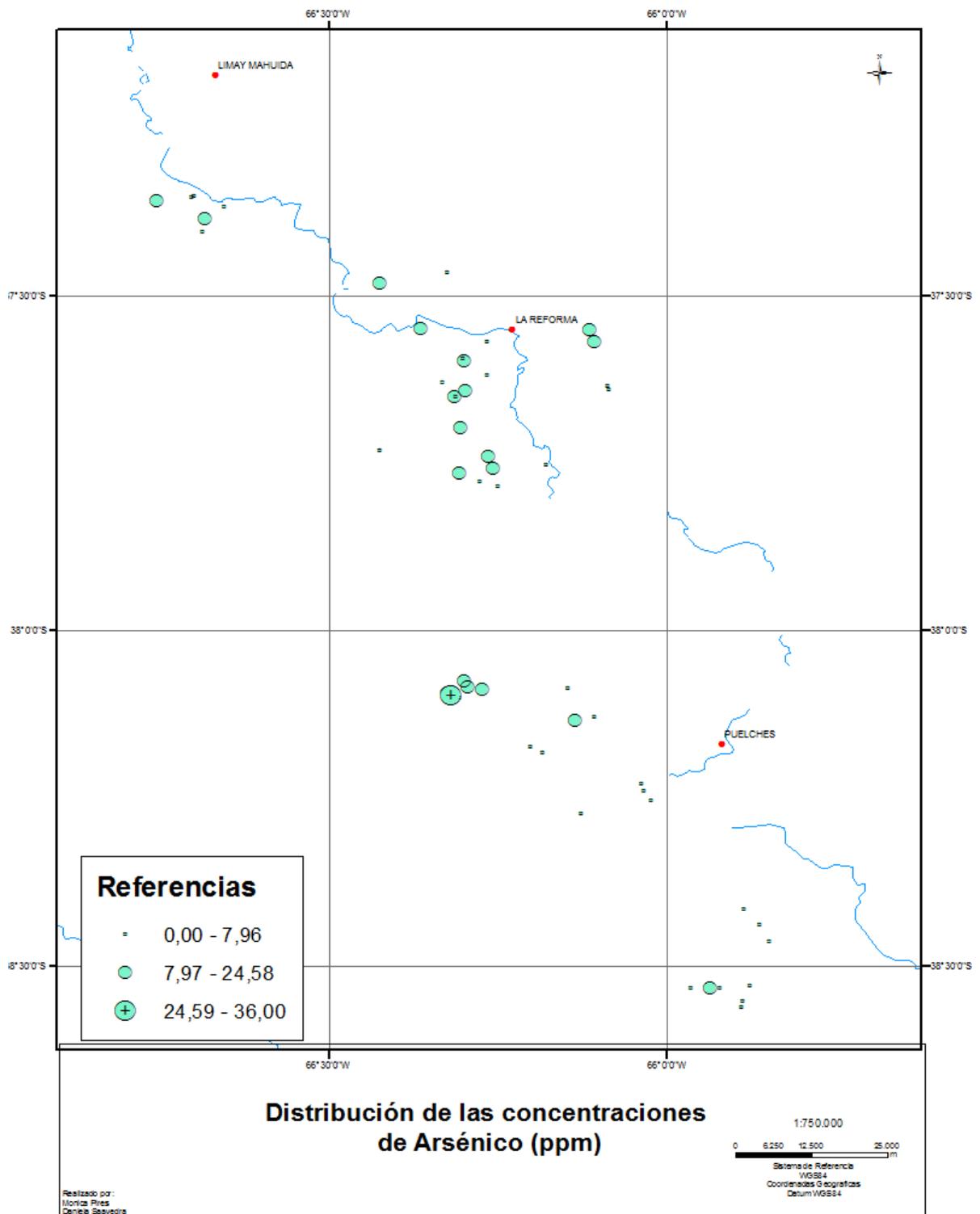
Muestras anómalas distribuidas al norte de Puelches



Arsénico

El arsénico muestra una tendencia normal con valores extremos de 40 ppm
Promedio en la corteza 1,8 ppm (Mason y Moore, 1982)

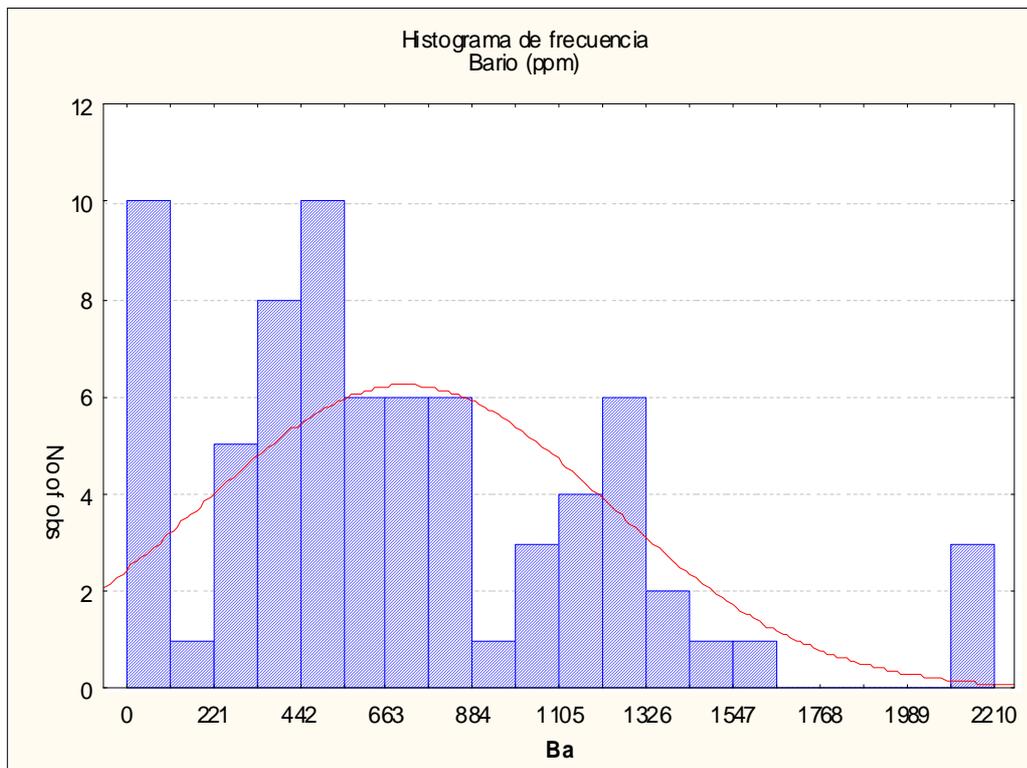




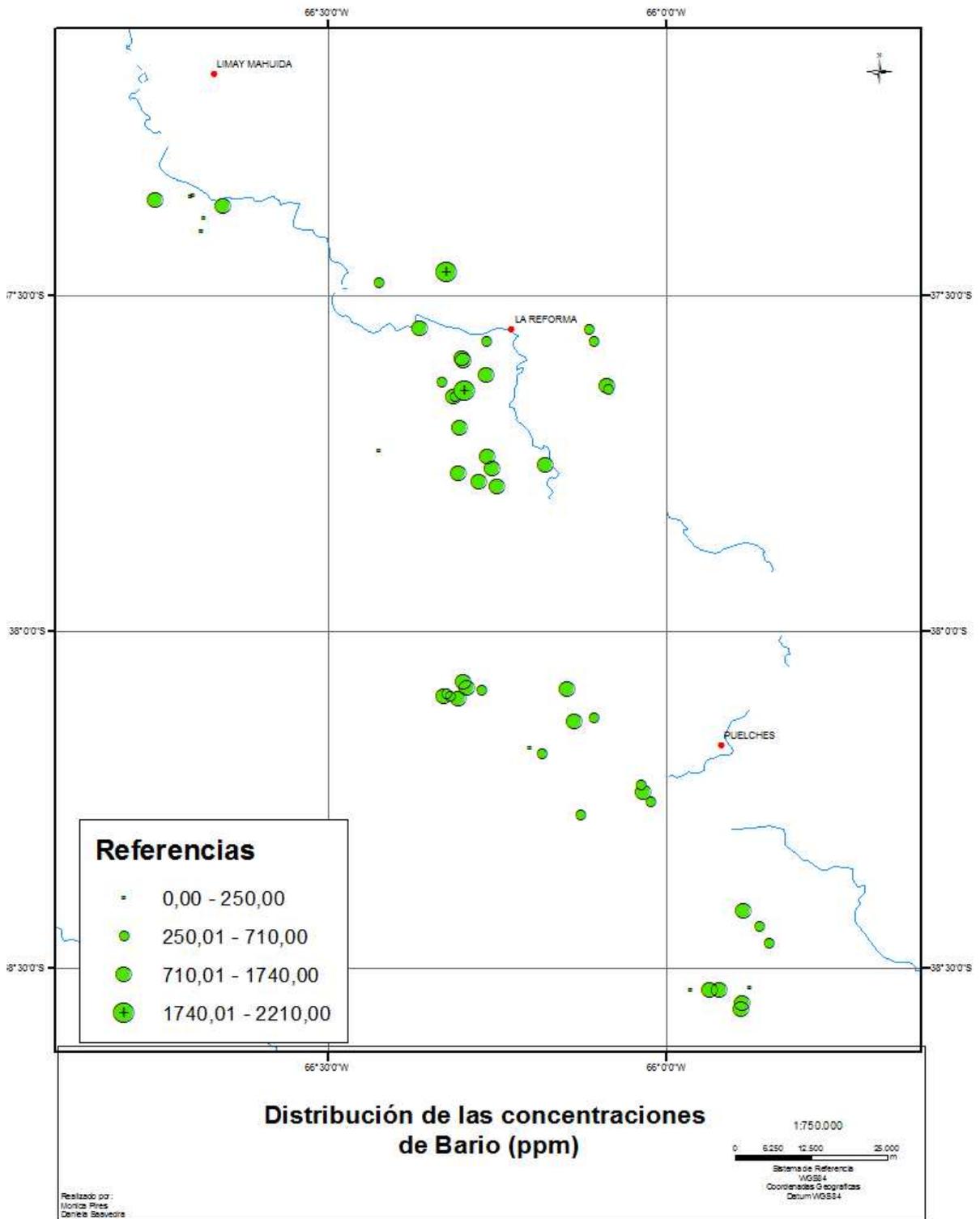
Barrio (Ba)

El bario muestra una tendencia general a una distribución normal. Con un valor promedio de 708,76 ppm y un valor máximo de 2210. El valor promedio esta por encima del citado por la bibliografía, de 300 ppm en la corteza terrestre (Rose *et al* 1979). El bario es un elemento común en las rocas volcánicas, formado generalmente sulfatos de bario o sustituyendo al potasio en minerales.

El valor de umbral para el conjunto de muestras se ubica en 1740,61 ppm, por lo tanto, las muestras que excedan este valor pueden ser consideradas anómalas.

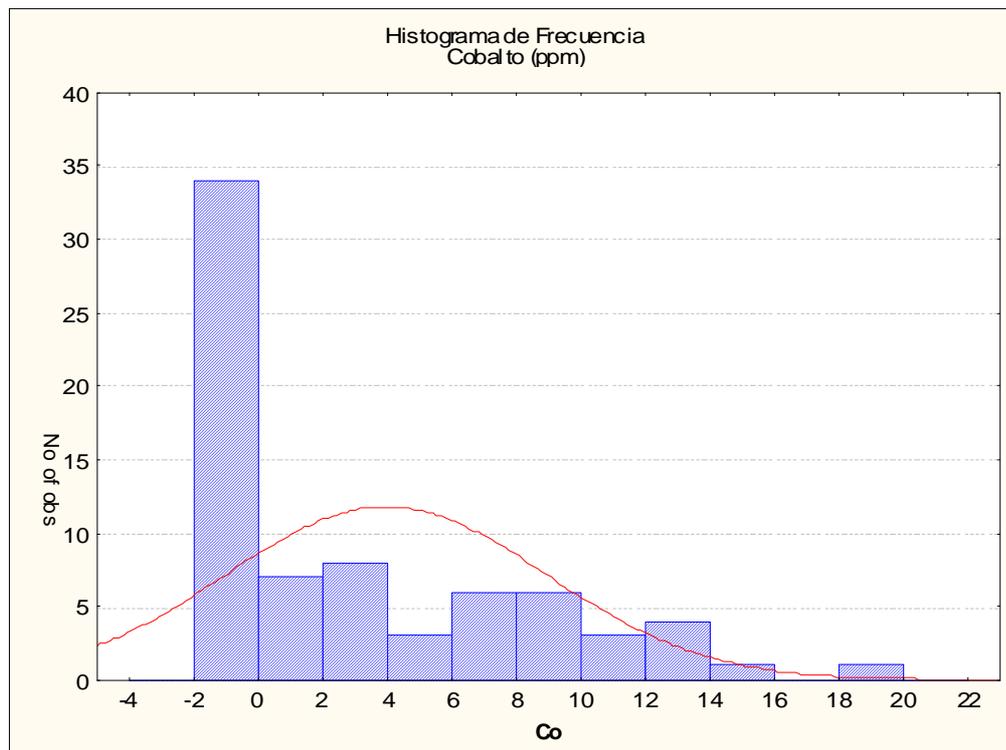


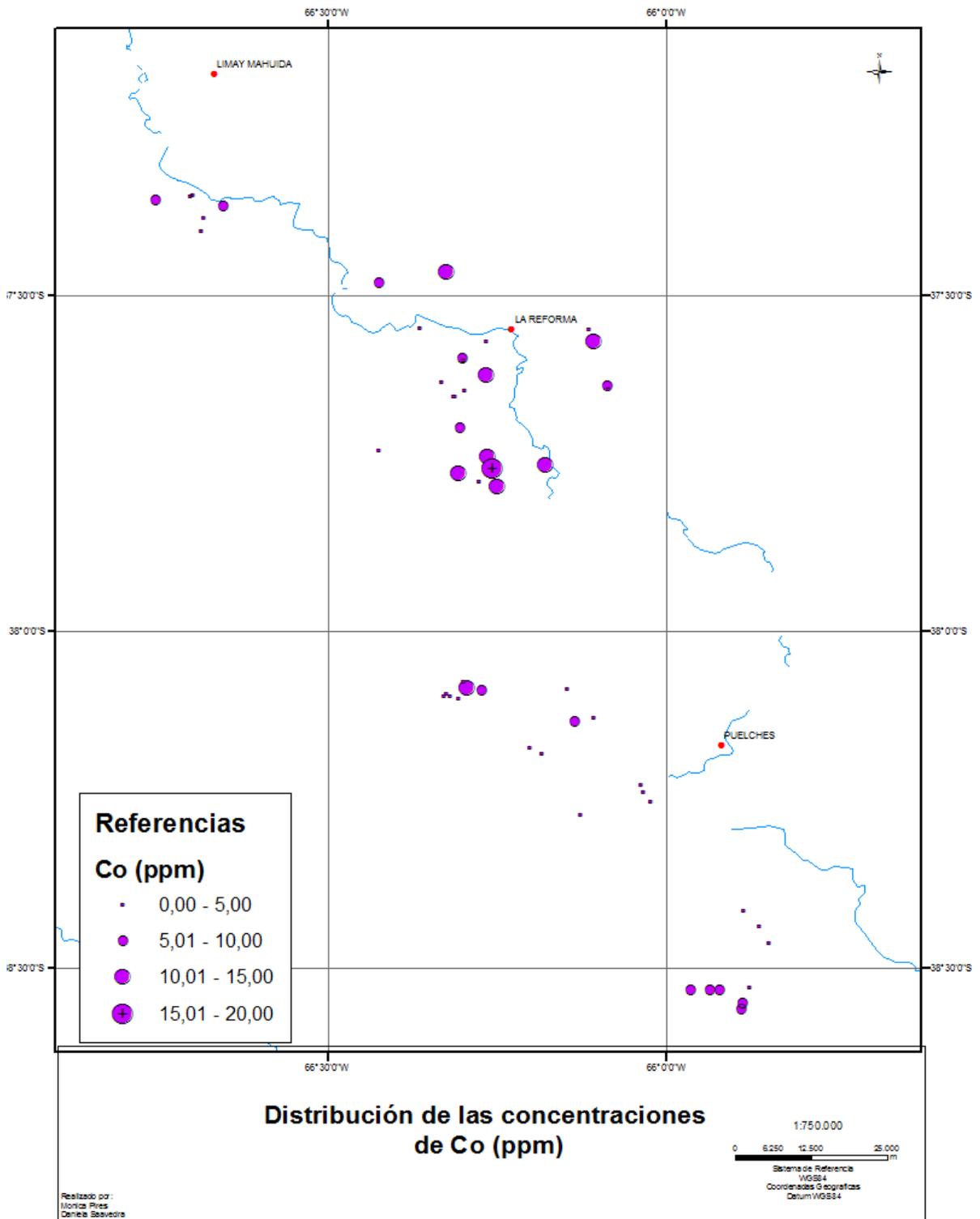
Valores anómalos ubicados al norte de Puelches en rocas de tipo lavas riodacíticas



Cobalto (Co)

El cobalto presenta una distribución normal, con una media 3,93 ppm y valor máximo de 20,00 ppm. Los valores del elemento se encuentran por debajo del valor promedio de la corteza, 25 ppm, citado en la bibliografía (Rose *et al*, 1979). Se encuentra generalmente formado óxidos junto con el níquel en minerales ferromagnesianos.



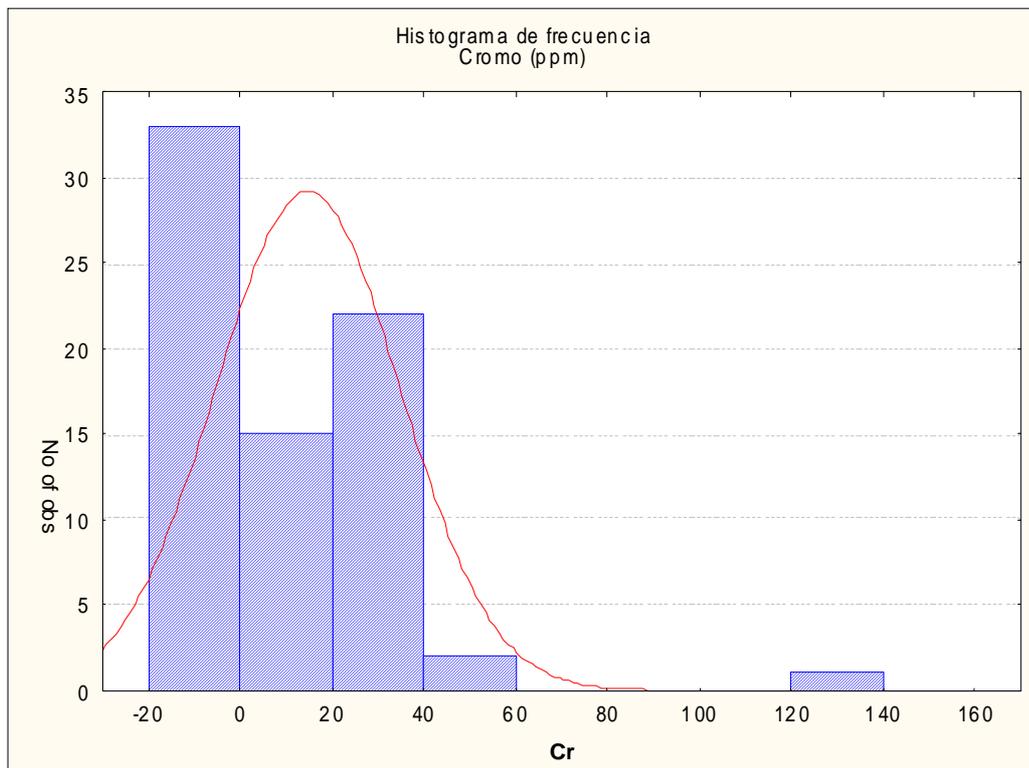


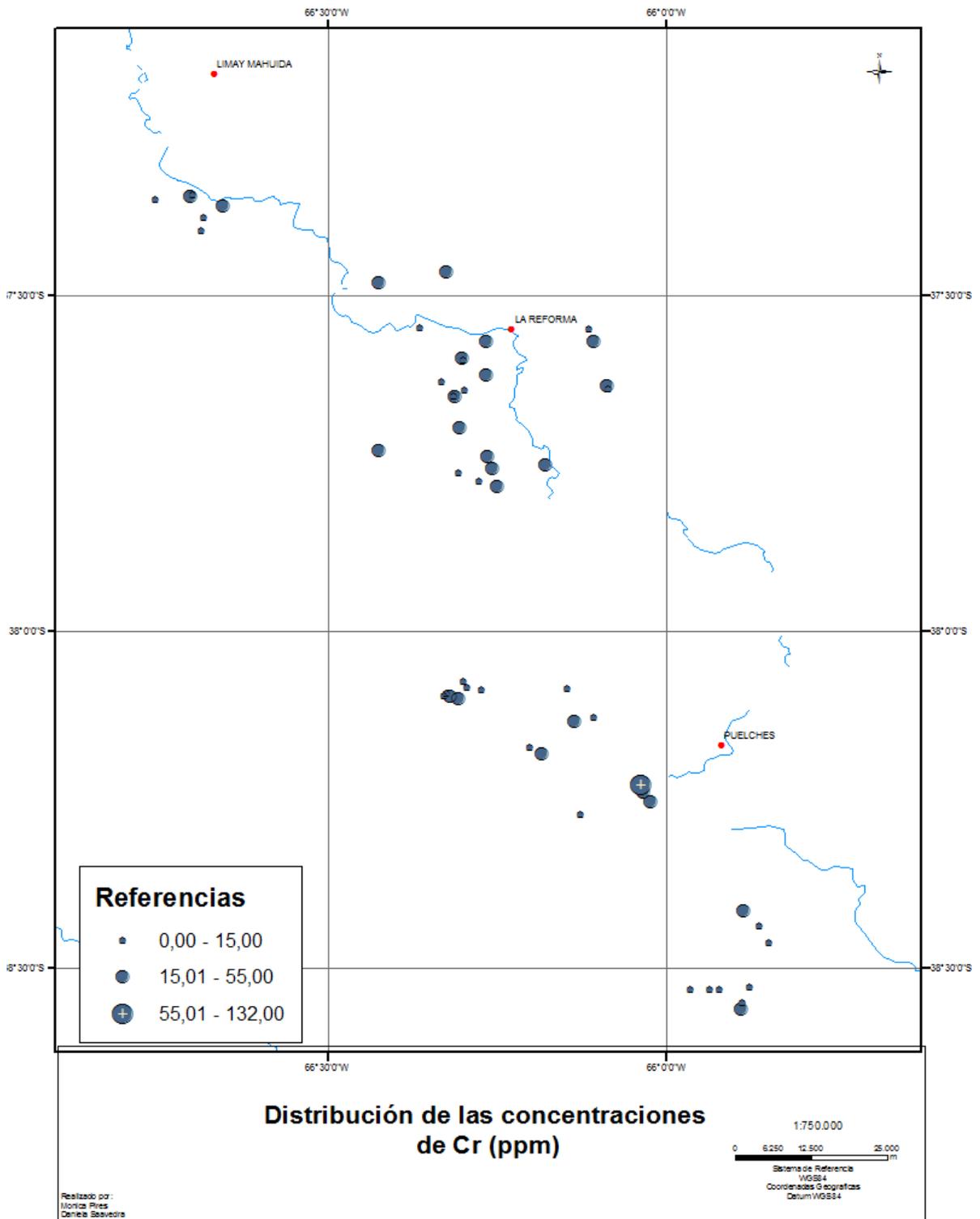
Cromo (Cr)

El cromo presenta una distribución normal con un valor promedio de 14,53 ppm y un máximo de 132,00 ppm. El valor promedio citado en la bibliografía corresponde a 100,00 ppm. Los valores corresponden entonces al fondo geoquímico de cromo para el área muestreada, de componente litológico.

Los valores anómalos pueden encontrarse por encima de 80,00 ppm, resultado del análisis del histograma, y en base al cálculo del umbral debe exceder los 54,40 ppm.

Los valores con concentraciones mayores al umbral, se encuentran al sur de Puelches.





Tierras raras

El grupo de tierras raras se encuentra formado por la serie de los **lantánidos** y los **actínidos**.

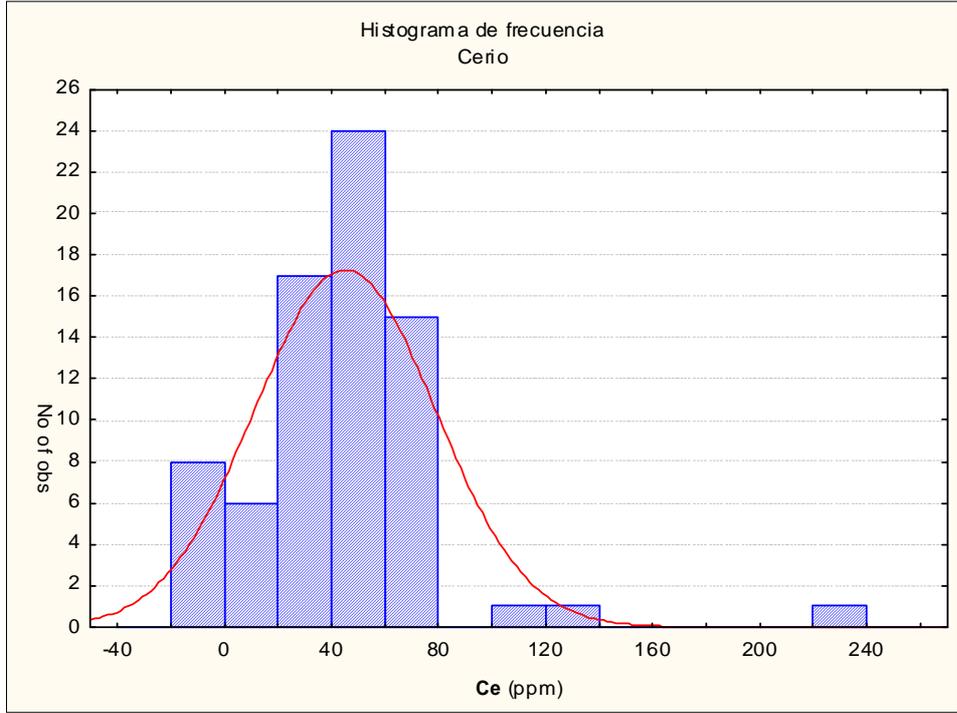
Del análisis del comportamiento de estos elementos para el presente estudio se puede observar que existen un conjunto de elementos con concentraciones promedio que resultaron altas y con posibles valores anómalos y otro conjunto con concentraciones promedio que resultaron dentro del rango reportado por la bibliografía.

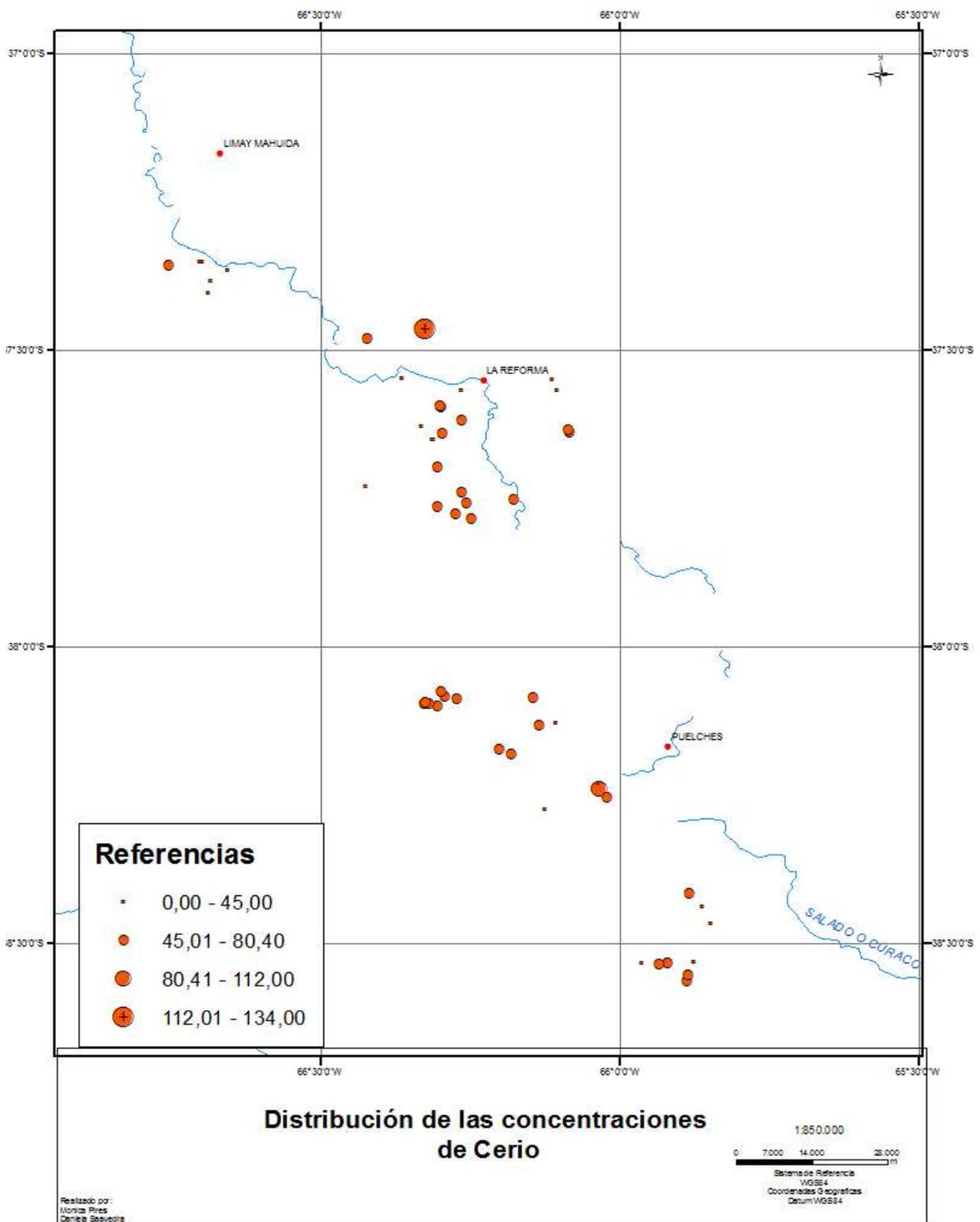
Los elementos lantano, cerio, neodimio, samario, iterbio y lutecio presentan umbrales altos y valores posiblemente anómalos que llegan hasta 240, 00 ppm; en el caso del cerio. Los valores alcanzan sus máximos en 116 ppm para neodimio, 153 ppm para lantano, 3 ppm terbio, 21 ppm samario.

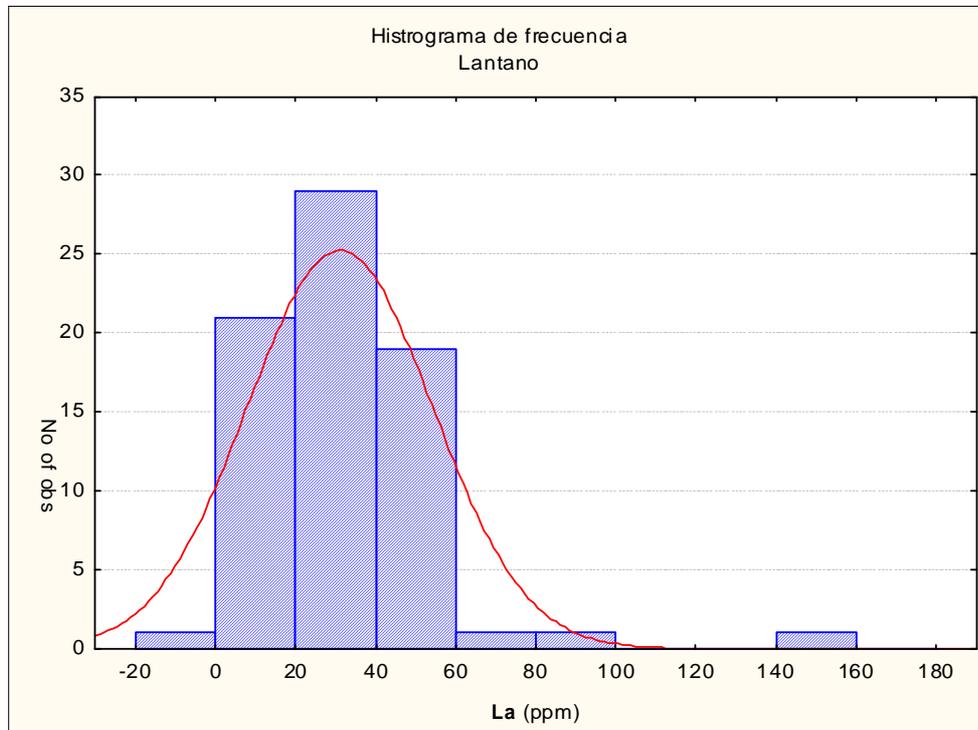
Generalmente las tierras raras se asocian a la monacita, el grupo de minerales de fosfatos que pueden contener estos elementos y a su vez asociado a rocas graníticas y gneises.

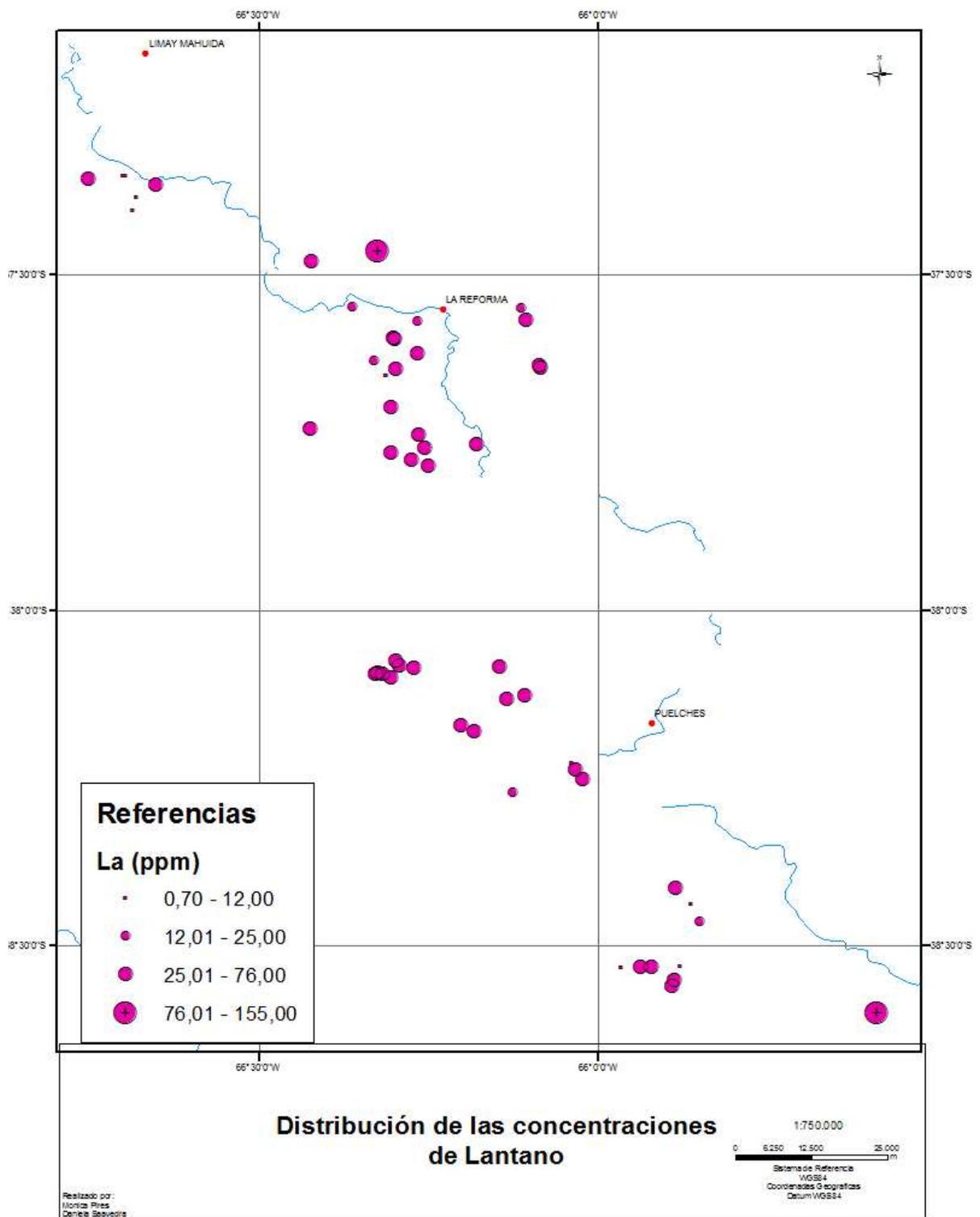
Al observar la distribución geográfica de las concentraciones de las tierras raras, se puede sugerir una correlación en la distribución de las muestras anómalas entre pares de elementos, es decir, las muestras anómalas en cerio son las mismas muestras anómalas para neodimio y samario; mientras que las anómalas para iterbio son las mismas que para lutecio.

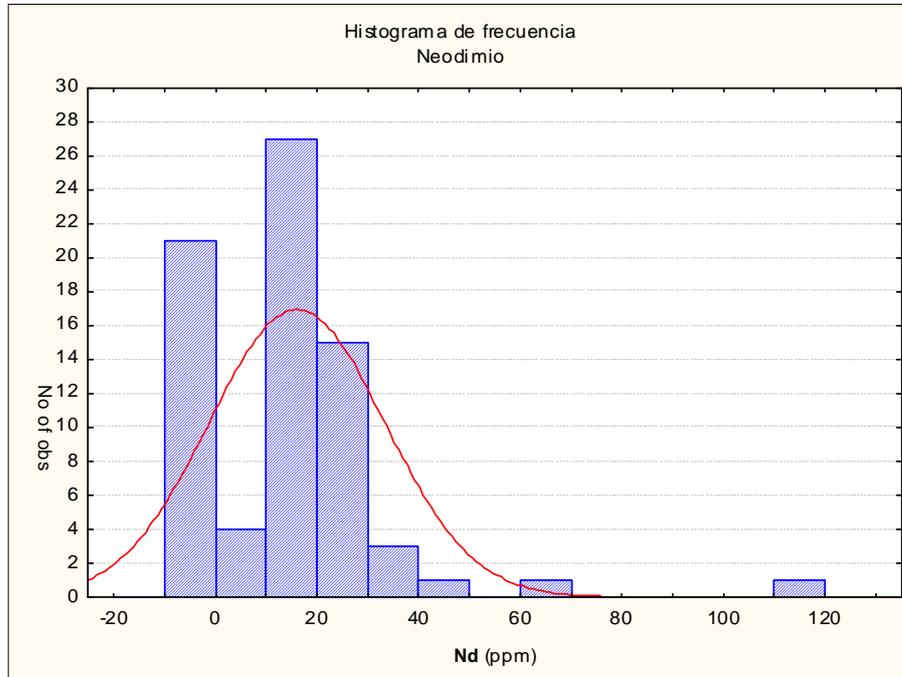
El terbio presenta una tendencia bastante lineal de sus valores anómalos, pudiendo dibujar una línea que une cada una de ellas.

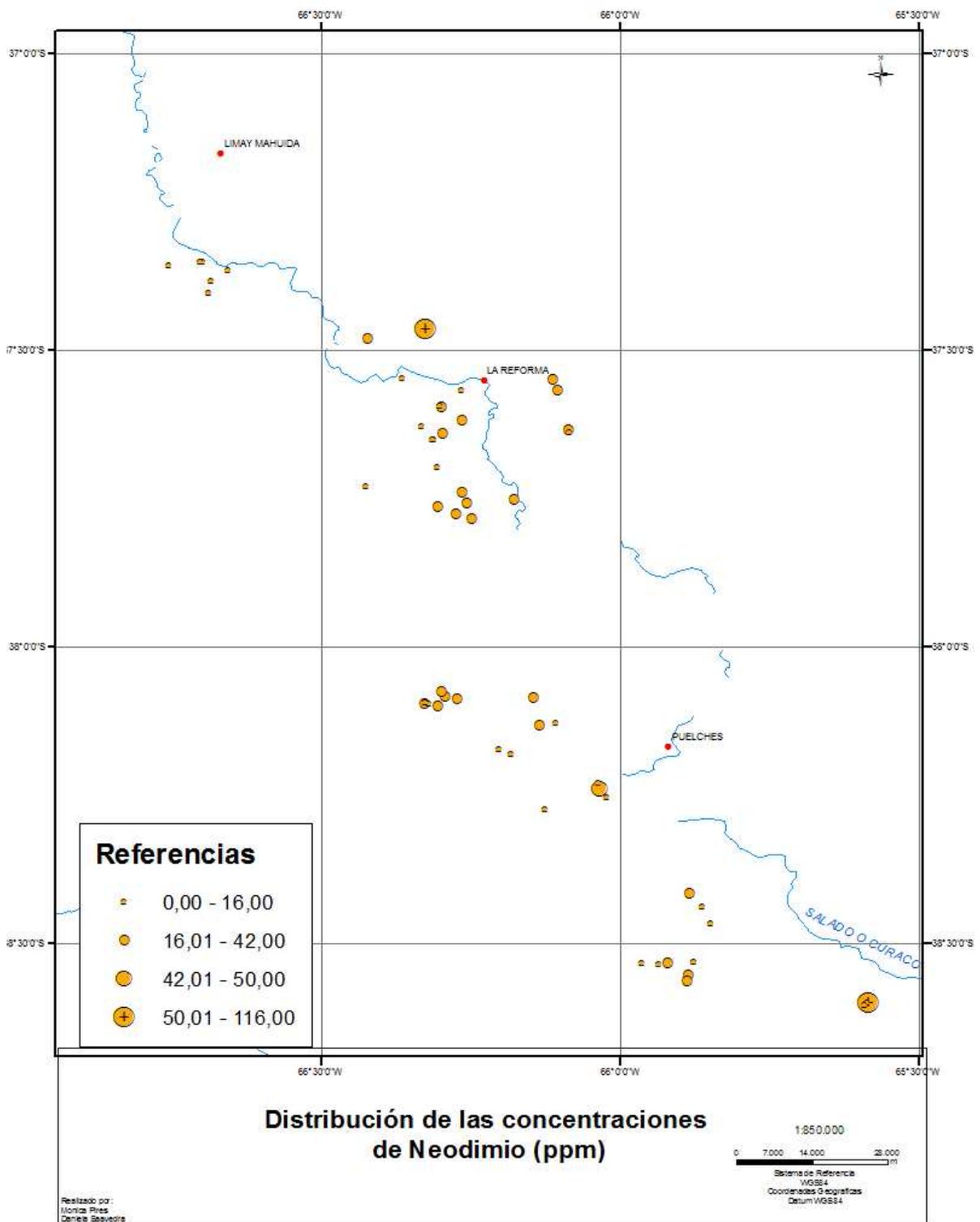


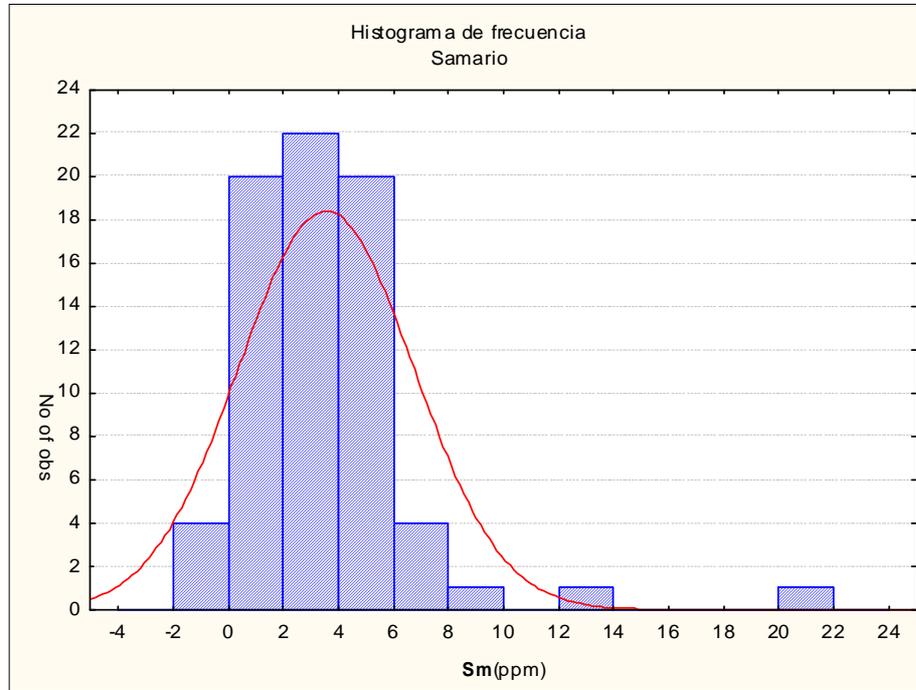


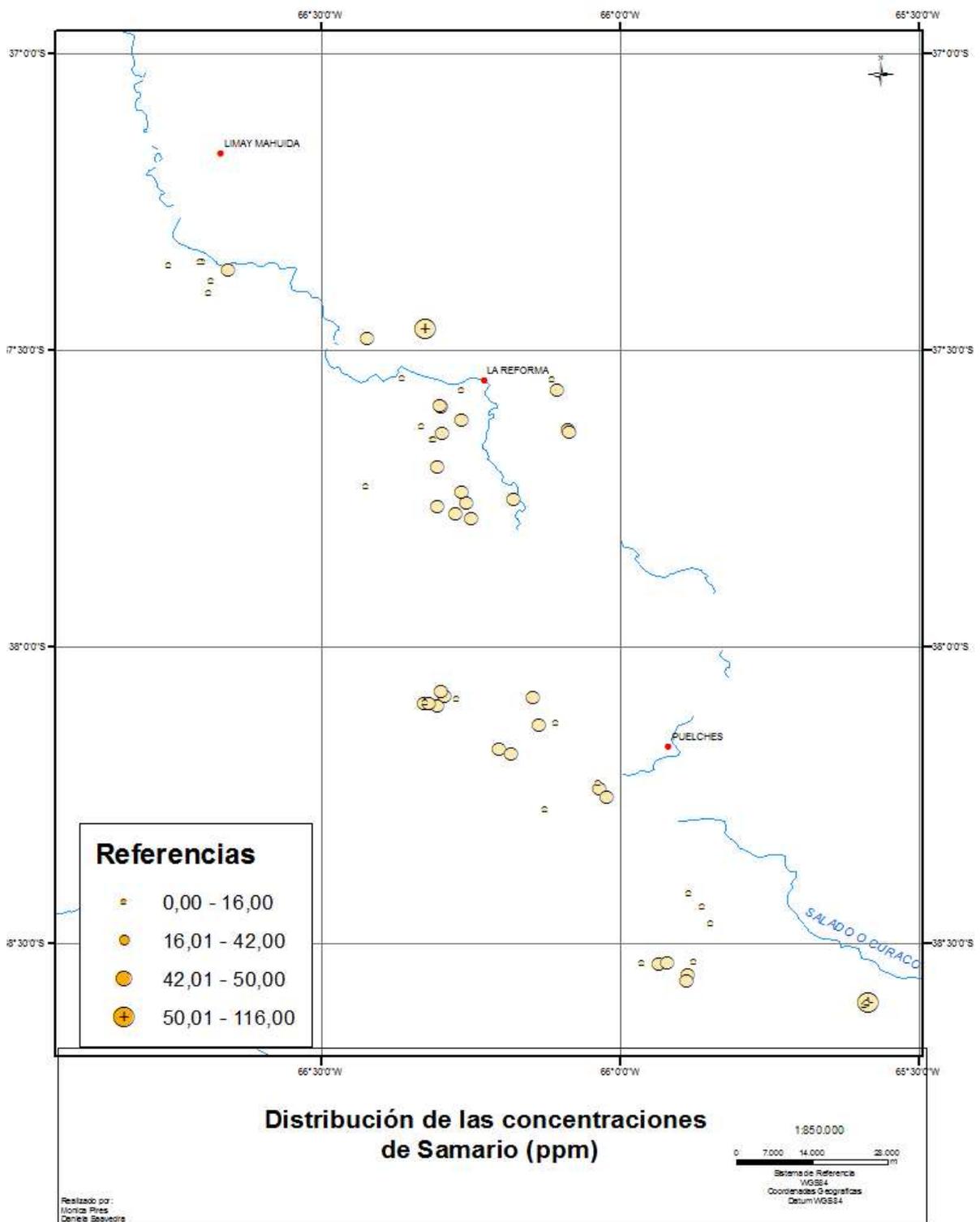


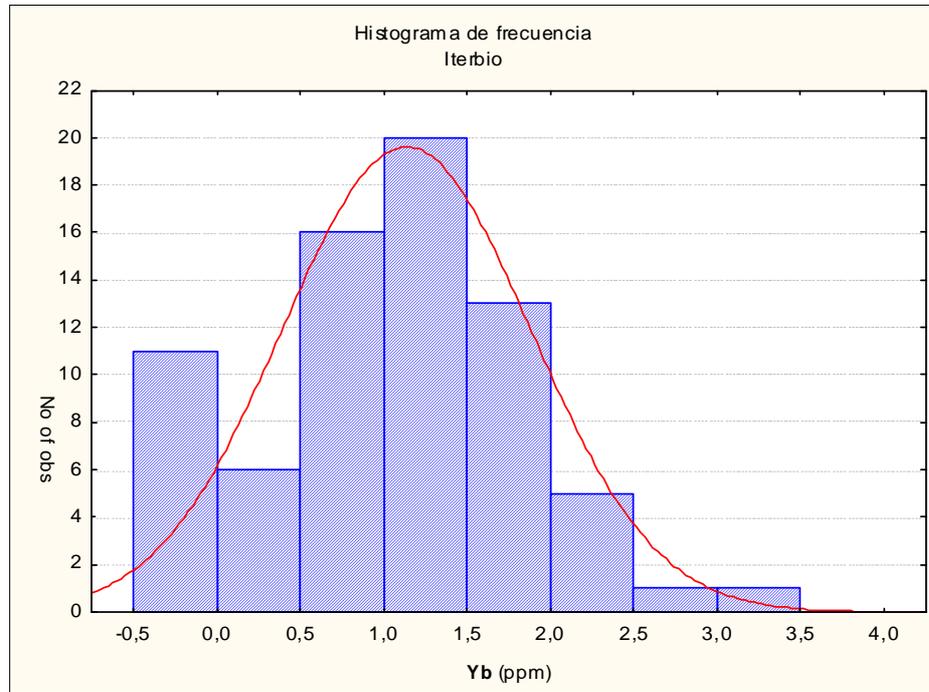


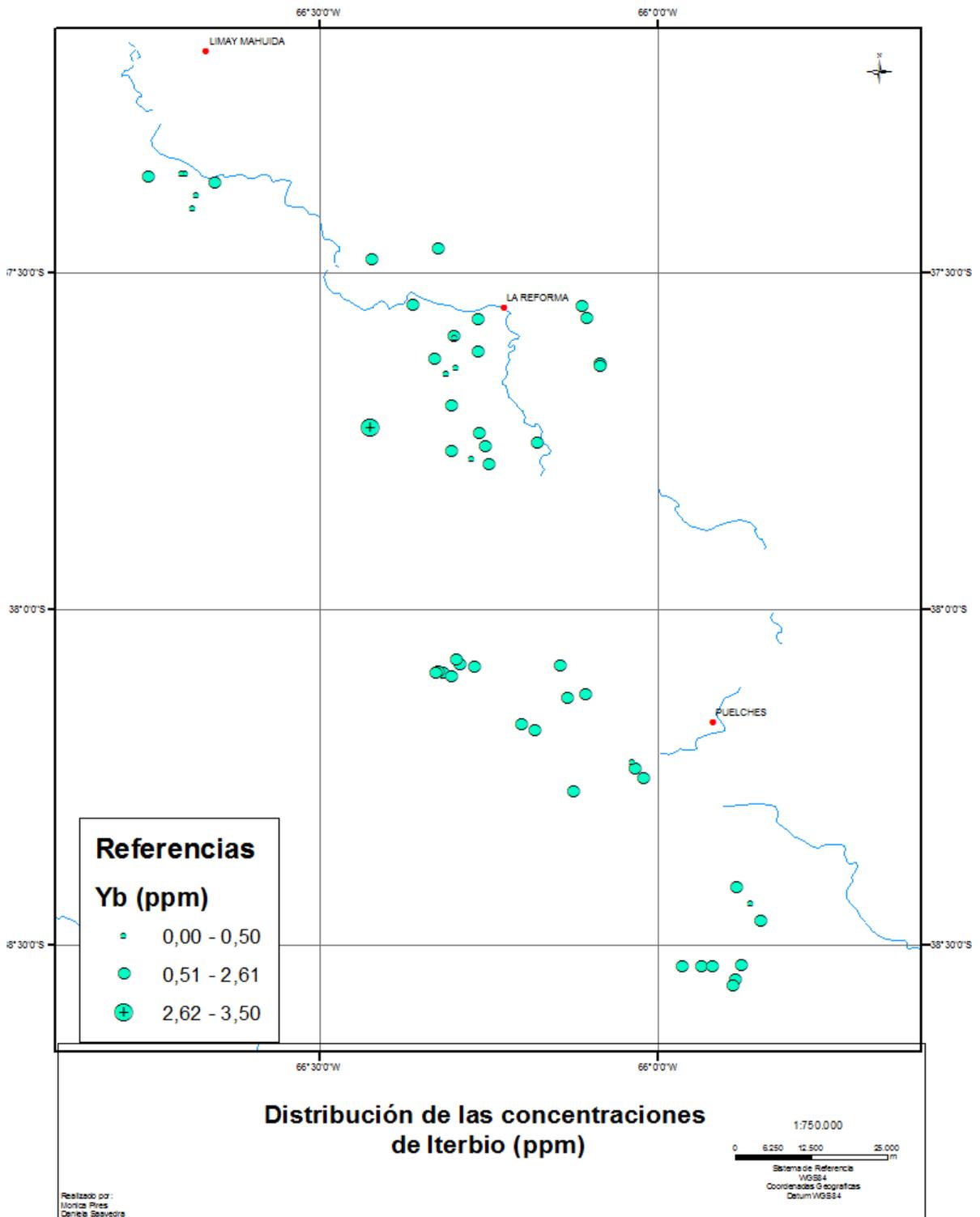


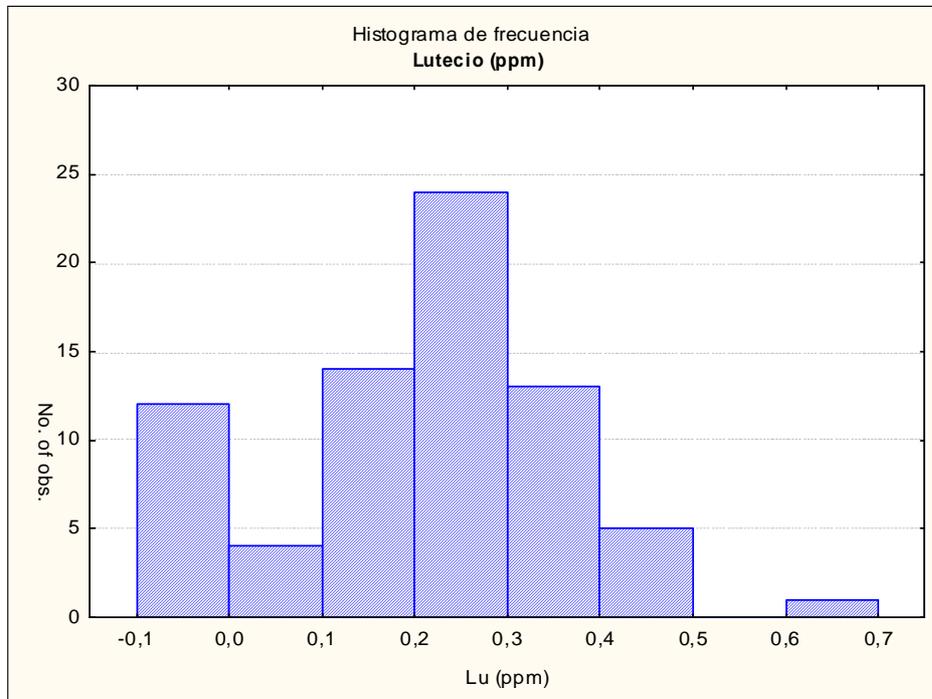




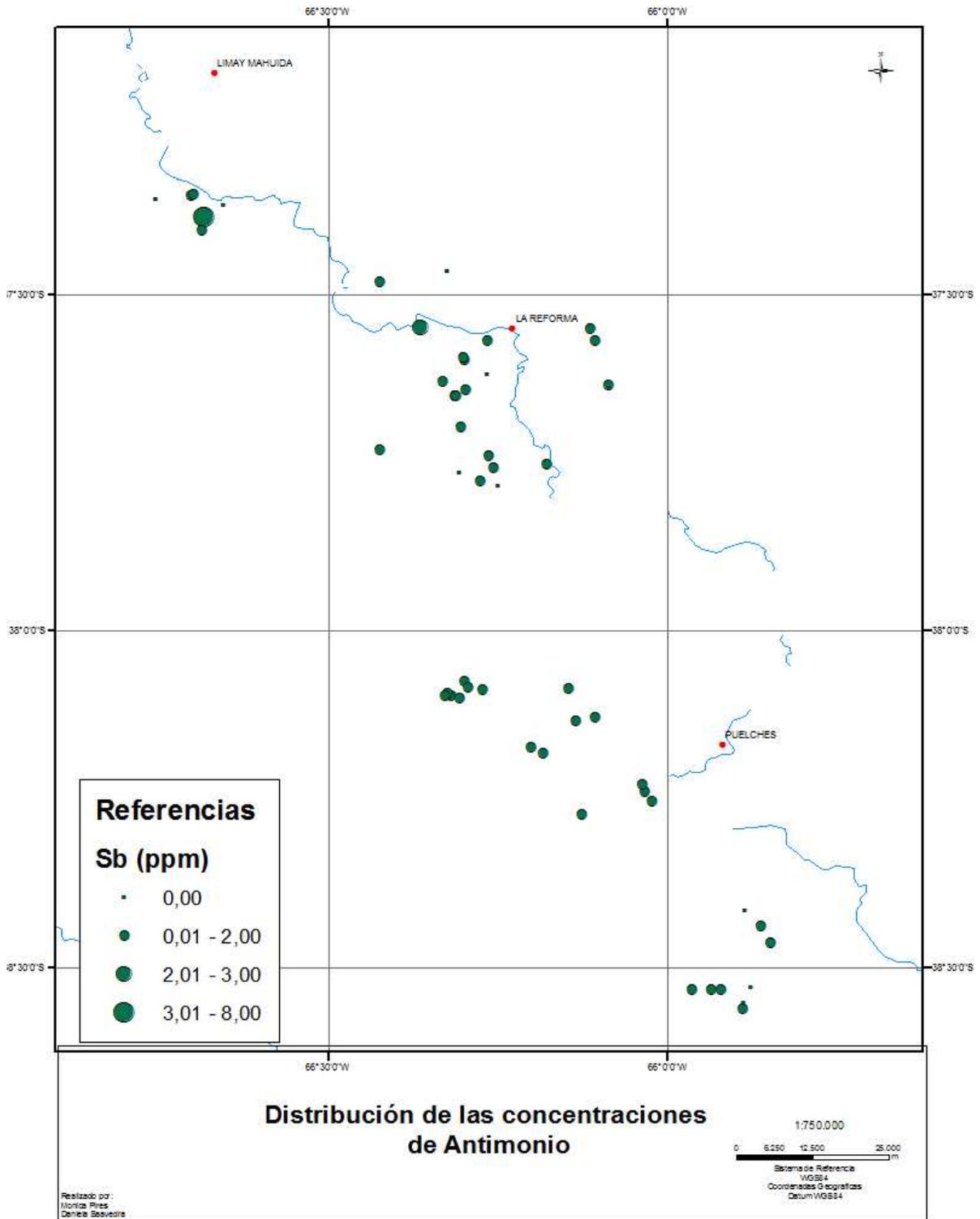


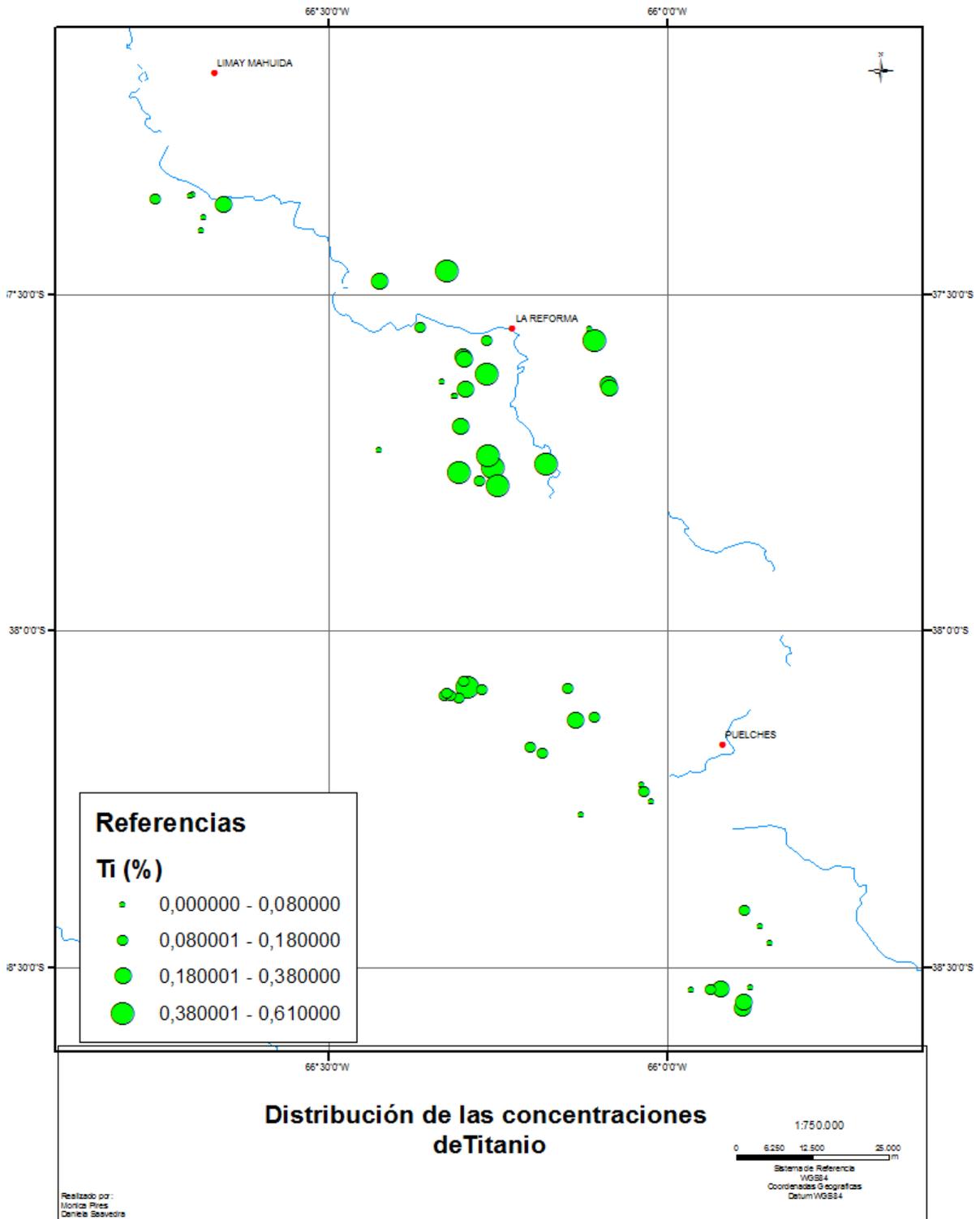


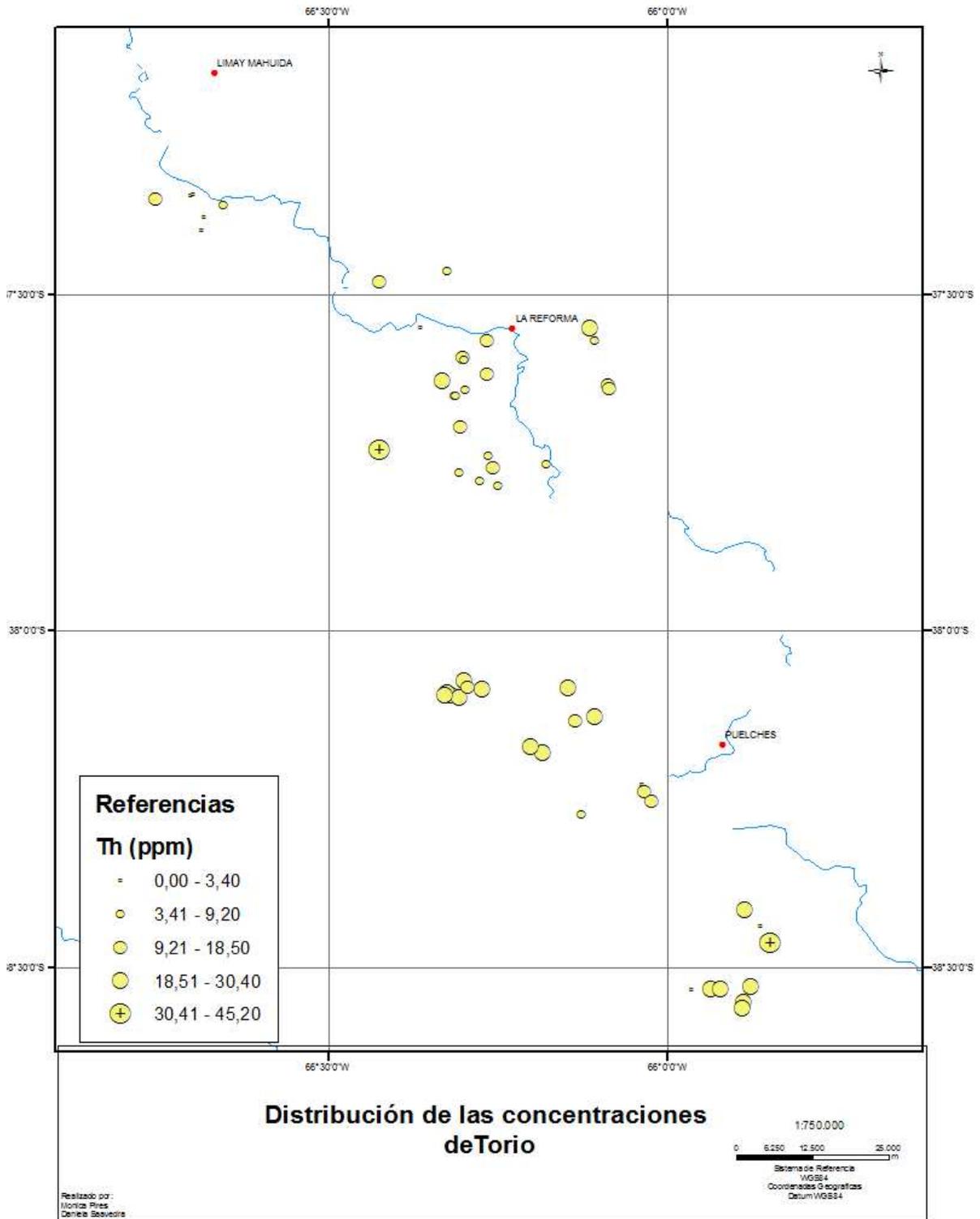


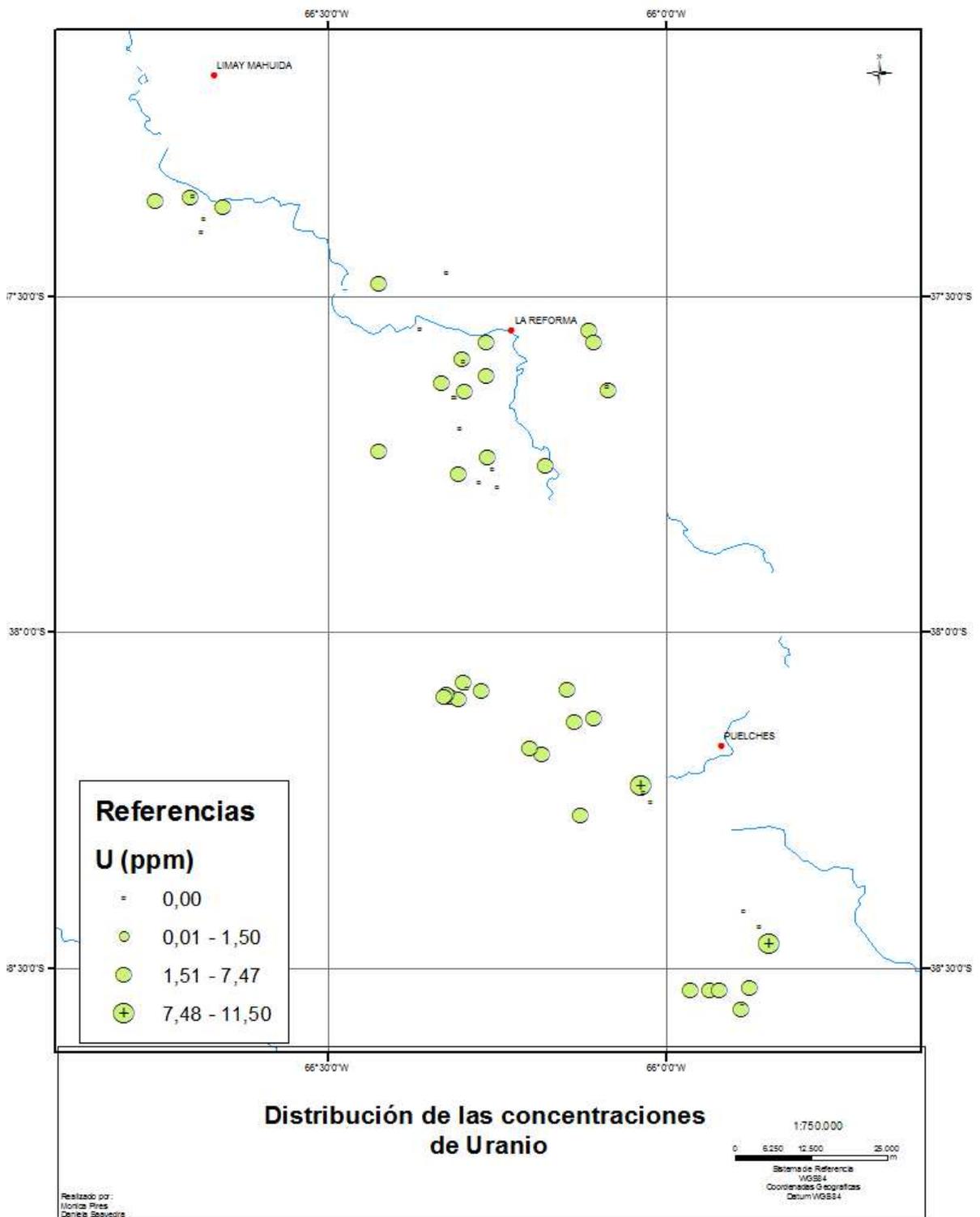


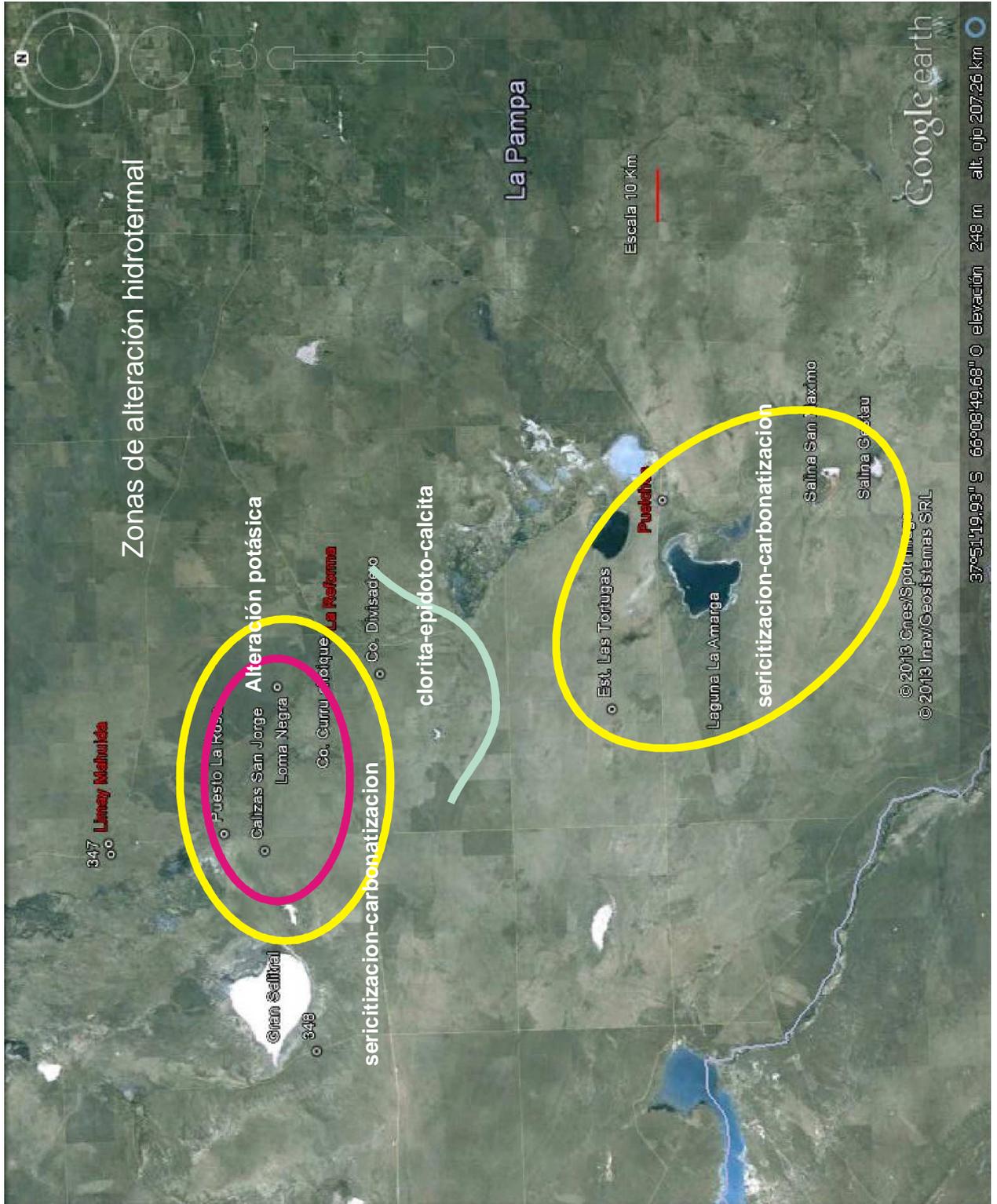
Otros metales











Mapa 15 - Ubicación de zonas con alteración hidrotermal

CONCLUSIONES

A partir del perfil de REE analizado se puede inferir que las muestras desde los alrededores de Puelches hasta el Río Colorado (incluyen Subregión 1 y 2) derivan de una fuente magmática enriquecida en elementos incompatibles y tienen una evolución magmática dominada por la cristalización fraccionada (Wilson, 1989).

Exceptuando algunas variaciones en el Ba, y el P las rocas volcánicas desde los alrededores de Puelches hacia el Río Colorado muestran patrones comparables lo que podría indicar que derivaron de una fuente magmática común. Hacia la localidad de La Reforma presentan algunas variaciones. Por otro lado el enriquecimiento en Th y U de las muestras de la Subregión 1 y 2, es una característica en común con las muestras analizadas por Llambías *et al.*, 2003 en las cercanías de la localidad de La Reforma y al norte de ella.

Las rocas volcánicas estudiadas desde los alrededores de Puelches hasta el Río Colorado, muestran en general una afinidad con el campo de los granitos de arco volcánico, complementados por granitos sincolisionales y de intraplaca.

La alteración hidrotermal se evidencia en toda la zona de estudio (ver mapa .15).

En los alrededores de la localidad de Puelches tanto hacia el Norte como hacia el Sur (Subregión 1 y 2), prevalece la sericitización, acompañada por carbonatización, silicificación y presencia de venillas de relleno de cuarzo. Esta zona muestra un enriquecimiento relativo en MO-Cu-Ag-Cd-Pb-Ti-Cr-REE (La-Nd-Sa) Uranio–Torio.

Las Subregiones 3 y 4 están ubicadas al sur de La Reforma, en ambas se destaca la alteración propilítica, evidenciada por la presencia de clorita, epidoto, calcita y actinolita en los sectores distales de estas áreas, que pasa a zonas con alteración potásica con feldespatización, apatito y rutilo y alteración fílica, con formación de muscovita y sericitización.

Las anomalías presentes son de Au, Ag, Cu, Cd, Ni, Zn Ti, Co, As, Th y Ib

Las subregiones 5 y 6 tienen un alto grado de sericitización, carbonización, y feldespatización. Se asocia a la alteración, cristales de turmalina, fluorita, y hematita especular. En la misma subregión se encuentra un skarnoide con granate, epidoto, olivina y hematita.

Las anomalías son de Sb, Cd, Zn, Ba, Ce, La Nd, Sa.Sb.

En ambas zonas, la mineralización y la alteración registradas, podrían estar indicando la presencia de un cuerpo tipo porfido de Cu, y desarrollo de venas con metales base. La presencia de U, Th y REE podría estar relacionada con pegmatitas con REE.

La zona de mayor interés, por la asociación de minerales de alteración, es el área que abarca las Subregiones 5y 6 que incluye el Co. Choique Mahuida, Co. Pichi Mahuida, Co. Divisadero, Loma Negra, Calizas San Jorge, rocas el Puesto La Rosa y Co. Ñaño.

RECOMENDACIONES

Continuar los estudios de superficie (petrográficos, geoquímicos y estructurales) para profundizar los datos logrados hasta el momento, discriminar con mayor grado de complejidad datos estadísticos, 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 ephitermal 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 epithermal 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 Totorá 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.

Mason, B. Y Moore, C.B., 1982. *Principles of Geochemistry*, Fourth Edition. J. Wiley & Sons, New York. 344 p.

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

Melchor R.N, Casadío S., 2000. Hoja Geológica 3766-III La Reforma 1: 250.000. Provincias de La Pampa. Dirección Nacional de Servicio Geológico. Boletín 295:1-69. 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

Nakamura, N. 1974. Determination of REE, Ba, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 38: 757-775.

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.

Pearce, J.A. Harris, N.B.W., Tindle, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology* 25, 956-983.

Pearce, J.A. y Parkinson, I.J. (1993). Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis. In: Prichard, H. M., Alabaster, T., Harris, N. B.W. & Neary, C.R. (eds) *Magmatic Processes and Plate Tectonics*. Geological Society, London, Special Publications, 76, 373–403.

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.

Rose, A.W., Hawkes, H.E. and Webb, J.S., 1979. *Geochemistry in Mineral exploration* Academic Press, New York, N.Y., pp. 490--517.

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 C6, 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).

Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis*: Londres, Unwin Imán, 466 p.

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

Winchester, J. A., Floyd, P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements: *Chemical Geology*, 20, 325-343.

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

ANEXO