

CAPITULO VII

7.1. CONSIDERACIONES GENÉTICAS DEL YACIMIENTO

Algunos autores consideran un origen hipogénico a los óxidos e hidróxidos de manganeso; Sister,(1965), Shalamuck y Nicolli(1975); Hewett y Freischer(1960), consideran un sistema combinado hipogénico y supergénico.

Los estudios de L. Malvicini y E. Llambías (1963), para el yacimiento Farallón Negro concluyen que existen tres estadios principales: dos hipogénico y uno supergénico, en este último el oro se encuentra vinculado a óxidos de manganeso con carbonatos y cuarzo.

Por otra parte, A de V. Pantorrilla, (1995) destaca para el yacimiento Alto de la Blenda cuatro estadios: tres hipogénicos y un cuarto supergénico, en este estadio de oxidación, el oro es redepositado con óxidos e hidróxidos de manganeso y hierro, sin carbonatos ni cuarzo

La zona de estudio, se circunscribe en el tramo intermedio a las vetas mencionadas.

El estudio macroscópico, y con detalle el microscópico por óptica de reflexión indica, *un origen secundario y/o procedente de la alteración de otros minerales primarios*, formada por óxidos e hidróxidos de hierro-hematita-goethita-, óxidos e hidróxidos de manganeso-psilomelano-pirolusita-manganita, calcofanita- y oro redepositado con carbonato de color marrón-negro. Las gangas son predominantemente carbonáticas y de variada composiciones manganocalcita, calcita, siderita, rodocrosita, con cuarzo en distintas generaciones.

El análisis por microsonda, ha confirmado la presencia de minerales: coronadita, ($Pb Mn Mn_7 O_{16}$), hetaerolita ($ZnMn_2O_4$), y asociaciones de: pirita (FeS_2)-argentita (Ag_2S), manganita $MnO(OH)$ - pyrocroita $Mn(OH)_2$ y pirolusita(MnO_2)-manganita $Mn O(OH)$.

7.2. INTERPRETACIÓN: AMBIENTE SUPERGENICO O DE OXIDACION,

La formación de óxidos superiores indica que en el momento de la depositación mineral existía tres factores 1) un ambiente químico oxidante, con la intervención por un lado de soluciones hidrotermales que se mezclan aguas meteóricas con oxígeno libre 2) el factor estructural en todo el ambiente litológico y 3) la descomposición de carbonatos primarios.

1) El proceso oxidante químico se inicia con la andesita, la presencia de plagioclasas medianamente cálcicas al sufrir el ataque de soluciones hidrotermales tienden a descomponerse en calcita y arcillas (especialmente sericita), de este modo aparecen carbonatos libres en la roca y estos afectan el pH de la solución. El contenido de anfíboles ferríferos, es especialmente hornblenda. El ion S⁼ aportado por las soluciones hidrotermales esta como SH₂ o como sulfuros alcalinos, se combina con el hierro para formar pirita. El mafito queda destruido y las plagioclasas remplazadas por arcillas de colores claros. La roca resulta de este modo blanqueada y acompañada por intensa piritización.

2) El factor estructural dentro de un ambiente litológico de andesitas a monzonita, afectadas por fracturas regionales y refracturamiento, canalizan un relleno vetiforme de la mineralización, luego por la acción de aguas descendentes portadoras de oxígeno se produce la oxidación de sulfuros y la descomposición de carbonatos.

3) La descomposición de carbonatos primarios, la manganocalcita, como Mn⁺² es muy inestable en zona de oxidación la abundancia de sulfatos de hierro produce una acción oxidante que hace que precipite el Mn⁺² de los carbonatos originales, además el oxígeno atmosférico crea condiciones oxidantes que favorece la precipitación de óxidos e hidróxidos como Mn⁺⁴, psilomelano y el ion calcio precipita como sulfato de calcio que se deshidrata para formar yeso.

Malvicini, L. (1963) destaca en uno de sus apartados que, *los reemplazos de óxidos e hidróxidos, solo puede producirse si son posteriores a la oxidación de sulfuros.*

Algunas consideraciones finales: El análisis textural y mineral por observaciones microscópicas se ha logrado interpretar que, existe una progresión visible de la oxidación desde la formación incipiente de óxidos e hidróxidos de manganeso hasta la formación de óxidos distinguible predominante, como el psilomelano, este proceso se observa claramente como así también, la oxidación más avanzada de óxidos e hidróxidos hierro-hematita, goethita- como productos de alteración de pirita.

Los carbonatos son abundantes y de variada composiciones como mangancalcita negra, calcita blanca, siderita marrón, rodocrosita rosada, calcita rosada, carbonato marrón- negro. La mangancalcita y rodocrosita, han sido reemplazados por óxidos de manganeso salvo cuando están silicificados.

La relación con carbonatos en todas las formas de presentación mineral, hace pensar que se han formado a partir de carbonatos ricos en manganeso, son frecuentes los reemplazos de un óxido con otro.

Los óxidos e hidróxidos de manganeso y de hierro están insertos en una matrix de ganga de carbonatos y silicáticas. Los óxidos e hidróxidos de hierro son abundantes en carbonatos- siderita- y en roca andesítica.

El cuarzo se presenta en tres generaciones, cuarzo 1 de color blanco y amarronado en venilla finas y rellena microfrazuras en la roca y carbonatos; el cuarzo 2 se presenta de color blanco lechoso e intercrecido con carbonatos; el cuarzo 3 corresponde a la parte final o posterior a la deposición, hialino e idiomorfo y rellena espacios vacíos.

El oro de color amarillo claro y forma lenticular está asociado con carbonatos marrón -negro aparentemente corresponde a fases finales luego de la deposición.

De las características texturales se observa un orden de deposición que se resume en el siguiente gráfico con cuatro estadios o generaciones dominantes.

Estadios de mineralización Minerales supergenicos

Estadio 1.

Carbonatos/ calcita blanca, manganocalcita con formación incipiente de manganeso, siderita con piritita oxidada, cuarzo 1

Estadio 2

Carbonatos/ calcita blanca - gris - marrón, manganocalcita, con óxidos e hidróxidos de Mn y venillas de psilomelano, rodocrosita, con formación de óxidos e hidróxidos de manganeso, siderita con óxidos e hidroxidos de hierro, cuarzo 2

Estadio 3

Carbonatos / calcita blanca, manganocalcita con óxidos e hidróxidos de manganeso , siderita con óxidos e hidróxidos de hierro, calcita rosada

Estadio 4

Calcita blanca, yeso, cuarzo 3
Oro, con carbonatos marrón- negro

1º Estadio de mineralización compuesto por abundantes carbonatos, calcita sola, manganocalcita con óxidos e hidróxidos de manganeso y siderita con óxidos e hidróxidos de hierro, con una generación de cuarzo.

2º Estadio de mineralización, compuesto por abundantes carbonatos, manganocalcita con óxidos e hidróxidos de manganeso y venillas póstumas de psilomelano, rodocrosita con formación de óxidos e hidróxidos de manganeso, calcita gris- marrón, siderita con óxidos e hidróxidos de hierro, cuarzo lechoso intercrecido con carbonatos.

3º Estadio de mineralización, compuesto por carbonatos con óxidos e hidróxidos de manganeso, calcita blanca y calcita de color rosado de segunda generación.

4º Estadio de mineralización, calcita blanca y yeso, cuarzo rellenando espacios vacíos, oro con carbonatos de color marrón –negro

Mineralogía: El estadio supergénico comprende los minerales : psilomelano, criptomelano, pirolusita, manganita, calcofanita, hetaerolita, coronadita, pyrocroita, hematita, goethita, oro, argentita, pirita, yeso, cuarzo 1, cuarzo2 y cuarzo3. –

Los minerales de manganeso determinados por microsonda son: coronadita en las muestras ALE15, ALE10 y F3; hetaerolita en ALE15, ALE10 y ALEF3; la asociación óxidos e hidróxidos: manganita–pirocroita en ALE15, ALE10–F3 y pirolusita –manganita en ALE15 y F3, los sulfuros pirita–argentita en ALE10. Se incorporan las tablas de contenidos en los anexos, al final de este capítulo

CUADRO 6. CORRELACION VETIFORME DE ESTADIOS SUPERGENICOS.

ESTADIO DE MINERALIZACIÓN	SUPERGENICA	VETIFORME
Veta Farallón Negro Malvicini-Llambias (1963)	Vetas Alto de la Blenda A. del V. Pantorrilla (1995)	Veta Filo - Encuentro Ana I Ovejero (2009)
Tercer estadio supergénico Minerales productos de alteración supergénica <i>Oro asociado a óxidos de manganeso, carbonatos y cuarzo</i>	Cuarto estadio supergénico Minerales productos de alteración supergénica <i>Oro redepositado con óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.</i>	Estadio supergénico Minerales productos de alteración supergénica <i>Carbonatos y cuarzo, óxidos e hidróxidos de manganeso y de hierro.</i> <i>Oro redepositado con carbonatos color marrón-negro.</i>

CONCLUSIONES

1-El Complejo Farallón Negro, tiene una antigüedad mayor a 10,6 m.a. por lo que correspondería en su mayor parte al Mioceno medio, pudiendo sus secciones superiores pasar al Mioceno Superior bajo. Se trata de un gran estratovolcán andesítico erosionado, cuyo núcleo corresponde a un gran intrusivo monzonítico y enjambres de diques. Las mineralizaciones vetiformes se alojan tanto en andesitas como en la intrusión principal.

La Veta Filo y otros ramos, son la proyección hacia el Noroeste de la Veta Encuentro. Esta última comienza donde termina la veta Filo, al parecer conjuntamente con los otros ramos dan nacimiento a la veta Encuentro. Las vetas Filo emplazada en andesitas (Brecha Morada Central) y la veta Encuentro en contacto con monzonita. En los testigos de perforación observados por geólogos de la empresa minera advierten que la Veta Filo Oeste es una veta medianamente potente en profundidad, de un espesor bastante pobre, con una zona piritizada amplia. En la veta Encuentro, que tiene como roca de caja a monzonitas, y siendo estas más rígidas pero frágiles, permiten una mayor fracturación para el posterior relleno de la mineralización.

Las vetas se emplazan en fracturas NW-SE, acompañadas por procesos de alteración hidrotermal y en general muestran oxidación supergénica de sulfuros, y descomposición de carbonatos por acción de las aguas meteóricas.

2- La textura/estructura de las vetas dominante es de relleno de espacios abiertos, con bandeamiento y brechización y en menor grado reemplazo tipo masivo. Por las texturas y mineralogía se infiere un ambiente de baja temperatura y presión, con varios episodios sucesivos de mineralización.

3- Macroscópicamente predominan en superficie óxidos e hidróxidos de manganeso, óxidos e hidróxidos de hierro, carbonatos y cuarzo. Entre los carbonatos predominan manganocalcita, calcita, siderita, rodocrosita, en ese orden de abundancia.

4-La mineralización observada al microscopio, corresponde a carbonatos de calcio, manganeso, hierro y cuarzo de distintas generaciones y está acompañada por óxidos e hidróxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.

Los óxidos e hidróxidos de manganeso, grupo de minerales complejos para su determinación, se ha comparado con muestras patrones, y confirmadas por determinaciones de microsonda. Entre los óxidos de Mn más abundantes se observan psilomelano, criptomelano, pirolusita, manganita, calcofanita, en general como agregados anhedrales. Parte de ellos podrían ser primarios, pero en su mayoría derivan de oxidación de carbonatos. Puede apreciarse bandeo colloforme de minerales de manganeso y venillas póstumas de psilomelano que atraviesan todo la muestra, muy comunes.

La pirita está incluida tanto en minerales de ganga; carbonatos y cuarzo, como en la roca encajonante, aunque sin relación con los minerales de manganesíferos.

El oro se presenta como partículas lenticulares de color amarillo claro, aparentemente como electrum, asociado a carbonatos marrón-negro. Ejemplo: la muestra ALE13 tiene altos contenidos analíticos en Au, pero este se observa asociado exclusivamente a carbonatos tardíos oscuros y brechados.

El cuarzo, en su forma de presentación más evidente forma euhedros de cuarzo hexagonal como constituyentes de micro-geoda, (muestra ALE5). Se presenta en tres generaciones: cuarzo 1 de color blanco-amarronado en venilla finas y relleno de micro facturas en la roca y/o en carbonatos. Cuarzo 2 de color blanco lechoso e intercrecido con carbonatos y cuarzo 3, hialino e idiomorfo, corresponde a la parte final o posterior a la depositación, rellenando los espacios vacíos.

Los carbonatos primarios, como manganocalcita o rodocrosita son muy inestables en zona de oxidación y pueden formar soluciones manganosas (Mn^{+2}). Estas, en un medio oxidante pasan al estado Mn^{+4} y precipitan óxidos e hidróxidos como el psilomelano. Por su parte el Ca^{++} precipita como sulfato que se hidrata para formar yeso

5-En los análisis químicos (en) la asociación (relación) oro/plata se asocia a presencia de sulfuros, especialmente (con) blenda, pero no se la ha confirmado (observado) por microscopia posiblemente enmascarado por tinción de limonitas. Existen dos poblaciones: una con (en) correlación positiva moderada oro-plata y otra con oro de alta ley, sin plata.

6- La variedad de asociaciones minerales de óxidos e hidróxidos de manganeso y de hierro en ganga de carbonatos, con sulfuros escasos y presencia de oro-plata, no debería tener incidencia perjudicial para la recuperación del metal en planta de beneficio según el procedimiento usado en la actualidad. De todos modos y suponiendo que para este sector se proyecte alguna explotación, es necesario acentuar la exploración superficial, confirmarla mediante sondeos y estudios de paragénesis y zonación mineral.-

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alonso, R. N. 1996, White, N. C. y Hedenquist, J. W., 1995. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration", Society of Economic Geologist, Newsletter, 23, pp. 1 y 9-13. Traducido como: "Depósitos epitermales de oro: estilos, características y exploración", Asociación Geológica de Salta.

Camprubi, A; Gonzales E.; Levresse G. ; Carrillo Ch .2003. Depósitos Epitermales de Alta y Baja Sulfuración. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LVI, núm. 1, pág. 10-18

Chomnales, R; 1957 Estudio Calcográfico de minerales procedentes del Yacimiento Minero Agua de Dionisio. Informe Inédito 124-YMAD.

Cortelezzi, C y Giovambattista, M; 1965. Estudio Calcográfico de 18 muestras de minerales de manganeso procedentes del yacimiento Farallón Negro. Ministerio de obras publicas .LEMIT. Provincia de Buenos Aires. (YMAD-113)

Dana, E. S. y Ford, W. E. 1969. Tratado de Mineralogía. Compañía Editorial Continental S. A., 912 p.

Iglesias, Saavedra y Juárez (1987) Caracterización Mineralógica de las muestras de Veta Esperanza –Alto de la Blenda. Catamarca. Informe N° 234. Inédito Universidad de San Juan.

JICA (Japan Internacional Cooperacion Agency) 1987-1990. Informe sobre la exploración de minerales de Alto de la Blenda. República Argentina. Informe de la Metal Mining Agency of Japan.

Llambias, E.J. 1963 Los Carbonatos de Farallón Negro, Alto La Blenda y Los Viscos. Informe Inédito YMAD.

Llambías, E. J. 1970. Geología de los Yacimientos Mineros Agua de Dionisio, provincia de Catamarca, República Argentina. Revista A. M. P. S. 1(1-2): 2-32.

Malvicini, L; Saulnier, ME. 1979: Texturas de los depósitos minerales. Asoc. Arg. de Min. Petrol. y Sedim. Serie didáctica N°3, Buenos Aires

Malvicini, L. y Llambías, E. J. 1963. Mineralogía y origen de los minerales de manganeso y sus asociados en Farallón Negro, Alto de la Blenda y Los Viscos; Hualfín, Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina 18(3-4):177-200.

Peirano, A; 1944-1945. Un centro volcánico moderno en el Distrito Hualfín. Departamento Belén. Provincia de Catamarca. Cuaderno de Mineralogía y Geología UNT. Vol.-IV, pág. 272-281 y 28-60

Pantorrilla, A. V. 1995. Estudio Mineralógico y Metalogenético del Complejo Vetiforme Alto de la Blenda, su aplicación en el beneficio de los elementos oro y plata. Distrito Hualfín-departamento Belén, Catamarca. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán (inédita) 366, Tucumán.

Quartino, B.J; 1960, Sobre la Interpretación Geológica del Distrito Volcánico Farallón Negro Provincia de Catamarca. Anales 1ª Jornadas Geológicas Argentinas; Vol. III pág. 267-178

Ramdhor, P; 1980. The Ore Minerals and Their Interrowths. Volume I -II Pergamon Press

Uytenbogaardt and Burke E.A.J. 1971. Tables For Microscopic Identification. Dover Publication, Inc. New York.

Sister, R.G; 1963 Proyecto minero Industrial Farallón Negro. Anexo I. Informe Inédito Farallón Negro.

AGRADECIMIENTOS

Un profundo agradecimiento y reconocimiento:

Al Dr. Gabriel Almodovar, mi director de tesis de la Universidad de Huelva, por sus oportunos consejos y recomendaciones que quedaron plasmadas en los escritos de esta investigación.

Al Dr. Eduardo Peralta, a mi maestro, profesor, compañero de trabajo, le agradezco infinitamente sus enseñanzas.

Al Dr. Manolo Toscano, por el aporte que ha realizado en el análisis y obtención de datos de minerales por microsonda, en el laboratorio de la Universidad de Huelva. España.

A la Empresa Yacimientos Mineros Agua de Dionisio a sus directivos y profesionales por permitirme acceder a la empresa minera y por la colaboración en el desarrollo de las actividades de campo y en gabinete.

Al Geólogo Favio Morales geólogo de la empresa YMAD, en la revisión de este trabajo, un gran aprecio a la confianza y el apoyo para la finalización de esta investigación.

Al Geólogo Fernando Fernández por permitirme realizar los trabajos de campo y su apoyo con esta investigación, en la importancia de los estudios de microscopía y texturas minerales en trabajos de exploración minera.

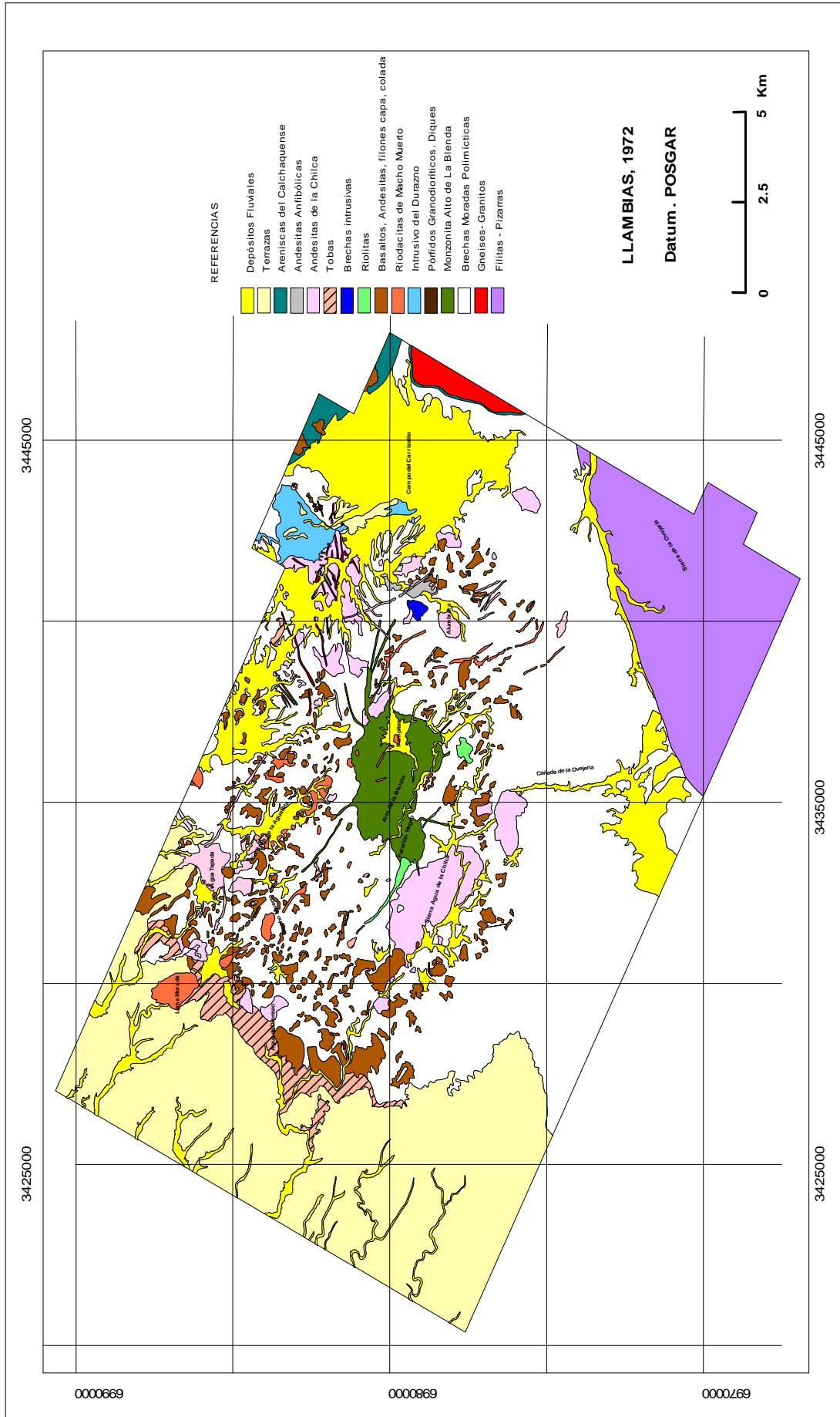
A Fernanda Caicedo, amiga y compañera, especial agradecimiento en la colaboración y la realización del mapa de muestras y otras ideas que ha aportado.

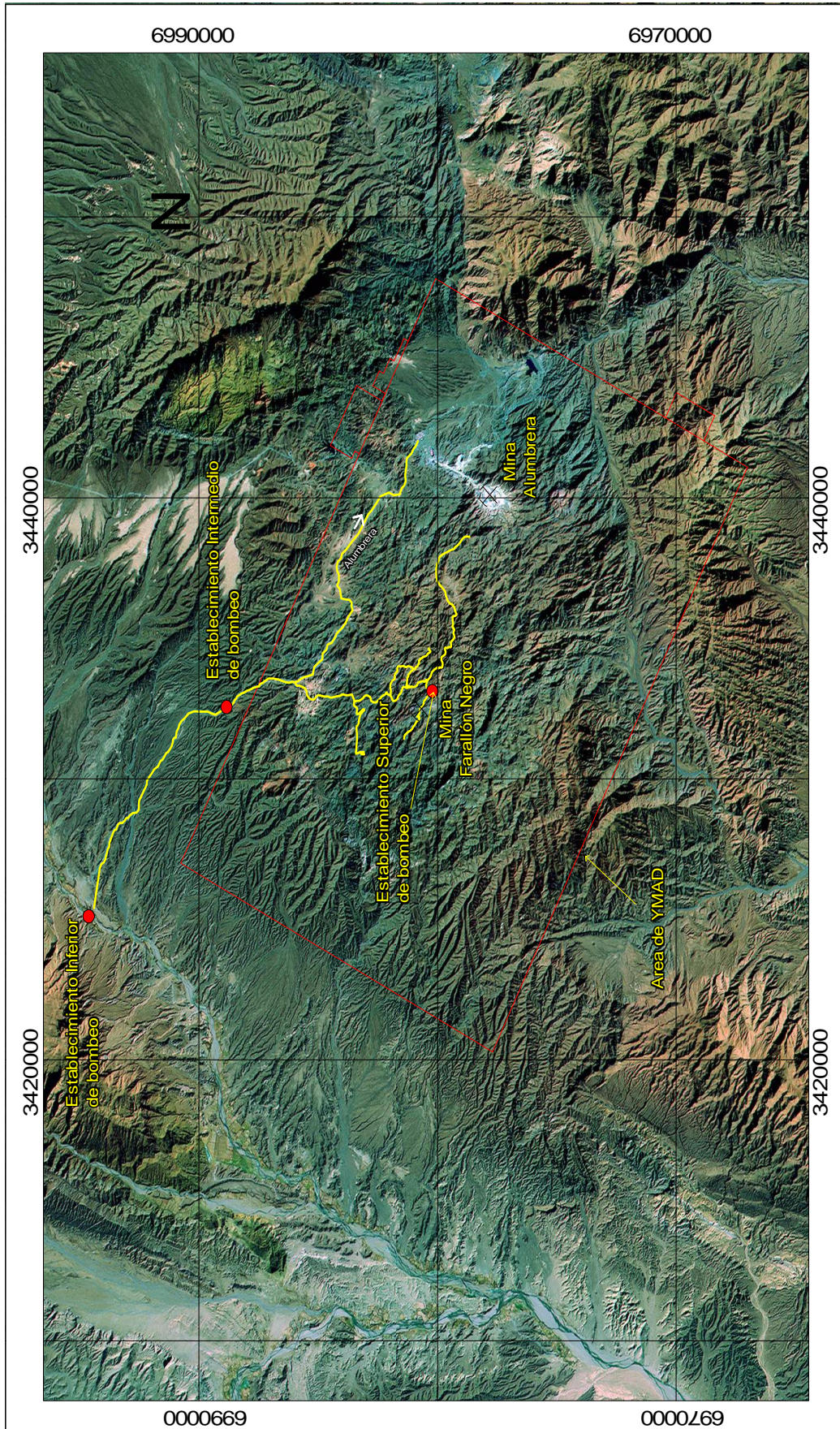
A la Universidad Internacional de Andalucía, sede la Rábida en permitirme acceder a su Institución reconocida de un prestigio académico-profesional y esta nueva oportunidad de presentación de Tesis de Maestría.

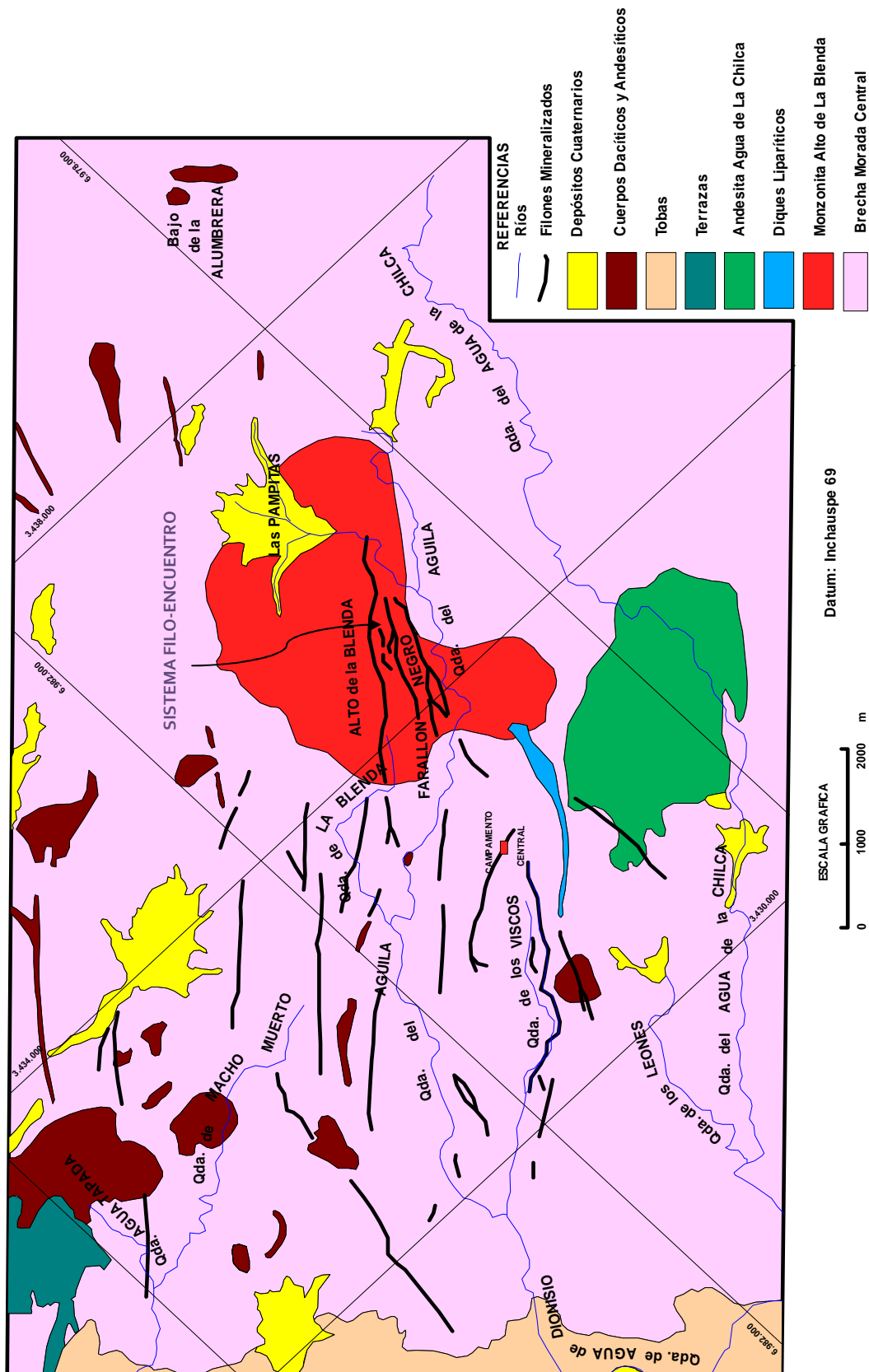
ANEXOS

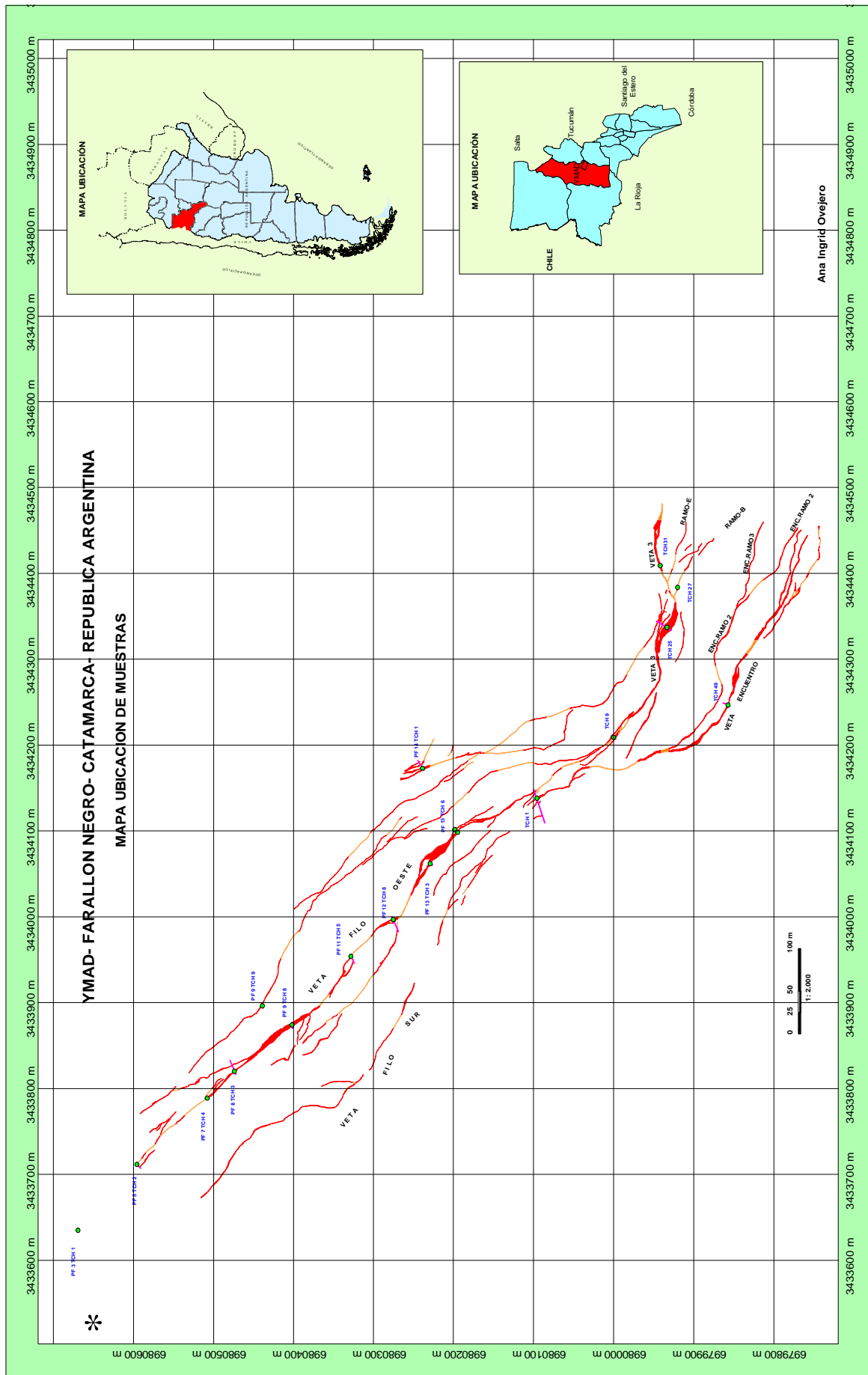
Mapa Geología Regional
Mapa Geología Local
Mapa Satelital Distrito Farallón Negro
Mapa Localización de Muestras
Estudios Microsonda

MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE YMAD









Ana Ingrid Ovejero

ANÁLISIS MICROSONDA ELECTRONICA: Tablas de contenidos. Realizado en la Universidad de Huelva, España. Dr. Manolo Toscano. (2009).

Coronadita

	1	2	3	12	13	14
	AIE15-12	AIE15-13	AIE15-14	AIE15-23	AIE15-24	AIE15-25
PbO	29.471	20.002	24.573	30.621	13.866	21.746
MnO2	64.581	69.504	68.302	65.823	73.362	72.138
MgO	0.193	0.043	0.019	0.031	0.203	0.022
CaO	0.423	0.405	0.412	0.376	1.056	0.478
Fe2O3	0.481	5.517	3.109	0.089	2.603	0.600
ZnO	1.342	1.455	1.328	1.373	1.645	1.217
Ag2O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.335	0.224	0.239	0.451	0.735	0.497
Au2O	-	-	-	-	-	-
Total	97.731	97.482	98.302	99.150	93.703	96.944
	18	28	31	32	37	57
	AIE15-29	AIE15-39	AIE15-42	AIE15-43	AIE15-48	AIF3B-19
PbO	29.092	24.144	21.837	23.295	12.826	27.571
MnO2	65.354	70.355	72.726	69.817	71.301	70.401
MgO	-	0.018	-	0.023	0.010	-
CaO	0.344	0.373	0.343	0.484	0.684	0.207
Fe2O3	0.413	1.112	0.183	0.264	3.387	0.755
ZnO	1.885	1.378	1.539	2.528	2.636	0.038
Ag2O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.856	0.710	0.734	1.451	1.488	0.058
Au2O	-	-	-	-	-	-
Total	98.432	98.402	97.582	98.121	92.828	99.327
	61	14	17	25	27	3
	AIF3B-23	AIE10-14	AIE10-17	AIE10-25	AIE10-27	F3-3
PbO	29.724	27.273	25.425	20.870	21.624	26.557
MnO2	65.086	70.038	73.022	69.819	70.722	69.720
MgO	0.037	0.022	-	-	-	-
CaO	0.492	0.192	0.203	0.608	0.525	0.456
Fe2O3	1.719	1.111	0.019	2.611	1.730	-
ZnO	0.353	0.850	1.062	2.011	2.020	2.470
Ag2O	-	-	-	-	-	-

CuO	0.173	0.036	-	0.109	0.173	0.254
Au ₂ O	-	-	-	-	-	
Total	97.828	99.879	100.049	96.405	97.149	99.655
	4	5	7	9	10	12
	F3-4	F3-5	F3-7	F3-9	F3-10	F3-12
PbO	25.324	20.248	27.191	28.217	28.790	27.935
MnO ₂	71.981	75.185	68.951	67.573	67.594	67.726
MgO	0.020	-	-	0.009	0.011	0.014
CaO	0.346	0.414	0.276	0.134	0.157	0.254
Fe ₂ O ₃	-	-	-	1.146	-	-
ZnO	2.808	2.447	2.889	2.728	2.832	2.979
Ag ₂ O						
CuO	0.312	0.576	0.353	0.546	0.408	0.552
Au ₂ O						
Total	101.070	99.093	99.917	100.747	100.042	99.737
	15	16	17	18	20	21
	F3-15	F3-16	F3-17	F3-18	F3-20	F3-21
PbO	27.093	28.768	29.624	25.895	27.390	25.841
MnO ₂	71.112	68.259	68.452	72.173	69.433	72.496
MgO	-	-	0.042	-	-	-
CaO	0.204	0.130	0.125	0.163	0.204	0.207
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
ZnO	2.556	2.759	2.519	2.157	2.455	2.089
Ag ₂ O						
CuO	0.338	0.309	0.427	0.309	0.625	0.726
Au ₂ O						
Total	101.625	100.501	101.484	100.883	100.431	101.696
	22	23	25	26	30	33
	F3-22	F3-23	F3-25	F3-26	F3-30	F3-33
PbO	27.561	26.512	25.458	23.428	24.362	24.132
MnO ₂	69.174	70.923	72.384	73.635	72.017	69.962
MgO	-	-	0.028	0.035	0.013	0.057
CaO	0.280	0.091	0.197	0.202	0.491	0.430
Fe ₂ O ₃	-	0.013	-	0.006	-	0.056
ZnO	2.780	2.271	2.398	2.619	1.924	1.625
Ag ₂ O						

CuO	0.609	0.614	0.404	0.367	0.548	0.581
Au ₂ O						
Total	100.745	100.786	101.160	100.572	99.633	97.352

Hetaerolita

	8	19	21	29	33	34
	AIE15-19	AIE15-30	AE15-32	AIE15-40	AIE15-44	AIE15-45
PbO	-	0.010	0.049	-	0.468	1.166
MnO ₂	71.004	67.336	76.249	69.998	67.978	67.459
MgO	0.037	-	0.513	0.002	0.003	0.020
CaO	0.124	0.265	0.067	0.170	0.154	0.154
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	0.219	0.823
ZnO	31.800	33.223	20.849	31.067	31.446	30.760
Ag ₂ O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.078	0.103	0.577	0.299	0.469	0.813
Au ₂ O	-	-	-	-	-	-
V ₂ O ₃						
Total	102.804	100.559	97.098	101.065	99.424	99.385
	35	7	15	18	26	28
	AIE15-46	AIE10-7	AIE10-15	AIE10-18	AIE10-26	AIE10-28
PbO	0.049	-	0.074	-	-	0.002
MnO ₂	68.873	69.805	68.829	72.474	67.699	67.731
MgO	0.008	0.006	0.006	-	0.006	-
CaO	0.153	0.850	0.289	0.203	0.413	0.183
Fe ₂ O ₃	-	-	0.007	-	0.091	-
ZnO	32.098	30.444	31.125	32.393	31.350	31.562
Ag ₂ O	-	0.018	-	-	0.008	-
CuO	0.306	0.031	-	0.017	0.163	0.088
Au ₂ O	-	-	-	-	0.015	-
V ₂ O ₃		-	-	-	-	0.107
Total	100.971	100.249	99.954	104.867	99.049	99.293
	35	36	6	11	24	37
	AlF10-35	AIE10-36	AlF3-6	AlF3-11	AlF3-24	AlF3-37
PbO	0.087	0.009	0.287	0.231	0.053	0.057
MnO ₂	67.809	69.006	77.095	76.360	76.808	70.363
MgO	0.044	-	0.184	0.158	0.190	0.039
CaO	0.228	0.142	0.329	0.083	0.079	0.329
Fe ₂ O ₃	0.396	-	-	-	-	-

ZnO	31.423	30.962	19.213	19.709	19.506	33.611
Ag ₂ O	-	-				
CuO	0.220	0.028	0.003	0.030	0.084	0.281
Au ₂ O	0.017	0.015				
V ₂ O ₃	-	0.048				
Total	99.232	99.968	96.308	96.069	96.314	103.974
	38	52	56			
	AIF3-38	AIE15-6	AIE15-10			
PbO	0.056	0.166	0.046			
MnO ₂	72.477	67.580	72.149			
MgO	0.025	0.051	0.020			
CaO	0.168	0.195	0.107			
Fe ₂ O ₃	-	0.576	-			
ZnO	31.480	32.042	31.852			
Ag ₂ O						
CuO	0.311	0.380	0.208			
Au ₂ O						
V ₂ O ₃						
Total	103.957	99.622	104.001			

Manganita-Pyrocroita

	5	6	7	11	23	24
	AIE15-16	AIE15-17	AIE15-18	AIE15-22	AIE15-34	AIE15-35
PbO	7.711	7.550	3.063	2.832	0.101	0.021
MnO ₂	76.730	77.348	71.544	74.103	64.677	67.491
MgO	0.315	0.253	0.352	0.435	0.406	0.525
CaO	1.358	1.485	0.615	0.779	0.280	0.120
Fe ₂ O ₃	0.336	0.238	0.539	0.832	-	-
ZnO	2.151	1.972	11.945	10.664	17.435	19.486
Ag ₂ O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.911	0.944	0.342	0.476	0.577	0.657
Au ₂ O	-	-	-	-	-	-
V ₂ O ₃						
Total	89.720	90.028	88.480	90.264	83.541	88.422
	27	30	36	43	45	52
	AIE15-38	AIE15-41	AIE15-47	F3B-5	F3B-7	F3B-14
PbO	0.035	0.130	3.387	0.034	0.002	0.036
MnO ₂	70.876	74.766	73.133	78.171	79.894	77.178
MgO	0.156	0.185	0.119	1.588	1.328	0.998
CaO	0.520	0.501	0.618	2.857	2.326	4.639

Fe ₂ O ₃	-	-	0.637	1.420	0.970	1.986
ZnO	16.295	16.528	9.432	0.209	0.203	0.230
Ag ₂ O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.147	0.393	0.369	0.273	0.152	0.854
Au ₂ O	-	-	-	-	-	-
V ₂ O ₃						
Total	88.103	92.626	87.807	84.745	85.297	87.060
	54	66	68	69	71	6
	F3B-16	F3B-28	F3B-30	F3B-31	F3B-33	AIE10-6
PbO	-	-	-	0.041	0.038	0.033
MnO ₂	75.851	78.213	77.784	78.506	78.305	77.085
MgO	1.855	2.426	2.390	2.396	2.275	1.779
CaO	2.752	2.513	3.155	2.849	3.046	1.836
Fe ₂ O ₃	3.558	-	-	-	-	-
ZnO	0.255	0.460	0.295	0.306	0.356	3.313
Ag ₂ O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.568	0.194	0.249	0.258	0.338	0.078
Au ₂ O	-	-	-	-	-	-
V ₂ O ₃						-
Total	85.102	83.900	84.363	84.439	84.455	84.207
	16	19	20	21	34	37
	AIE10-16	AIE10-19	AIE10-20	AIE10-21	AIE10-34	AIE10-37
PbO	0.031	0.018	-	0.001	0.017	0.404
MnO ₂	79.596	72.747	72.285	70.249	70.534	72.091
MgO	1.270	0.391	0.613	1.042	0.306	0.186
CaO	2.624	0.644	0.105	0.065	1.016	0.816
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	0.724	2.954
ZnO	2.709	12.799	15.732	17.171	9.013	7.611
Ag ₂ O	0.034	0.008	-	-	0.003	-
CuO	0.085	0.017	0.001	-	-	0.115
Au ₂ O	-	-	-	-	0.080	0.042
V ₂ O ₃	-	-	-	0.010	0.049	0.064
Total	86.607	86.785	88.792	88.543	81.970	84.608
	46	8	13	19	27	28
	AIE10-46	F3-8	F3-13	F3-19	F3-27	F3-28
PbO	0.007	1.257	0.245	0.341	0.302	0.273
MnO ₂	68.936	1.870	66.689	63.978	66.576	68.709
MgO	2.071	0.039	0.139	0.161	0.171	0.188
CaO	9.916	0.198	0.249	0.102	0.162	0.330
Fe ₂ O ₃	0.793	65.207	-	-	-	-

ZnO	0.028	5.598	17.900	16.294	18.221	18.748
Ag ₂ O	-					
CuO	-	1.243	0.173	0.016	0.123	-
Au ₂ O	-					
V ₂ O ₃	-					
Total	81.865	81.210	85.458	81.045	85.596	88.271
	36	42				
	AlF ₃ -36	AlF ₃ -42				
PbO	-	0.335				
MnO ₂	68.725	72.879				
MgO	0.151	0.273				
CaO	0.181	0.187				
Fe ₂ O ₃	-	0.315				
ZnO	18.340	15.507				
Ag ₂ O						
CuO	0.021	0.214				
Au ₂ O						
V ₂ O ₃						
Total	87.496	89.807				

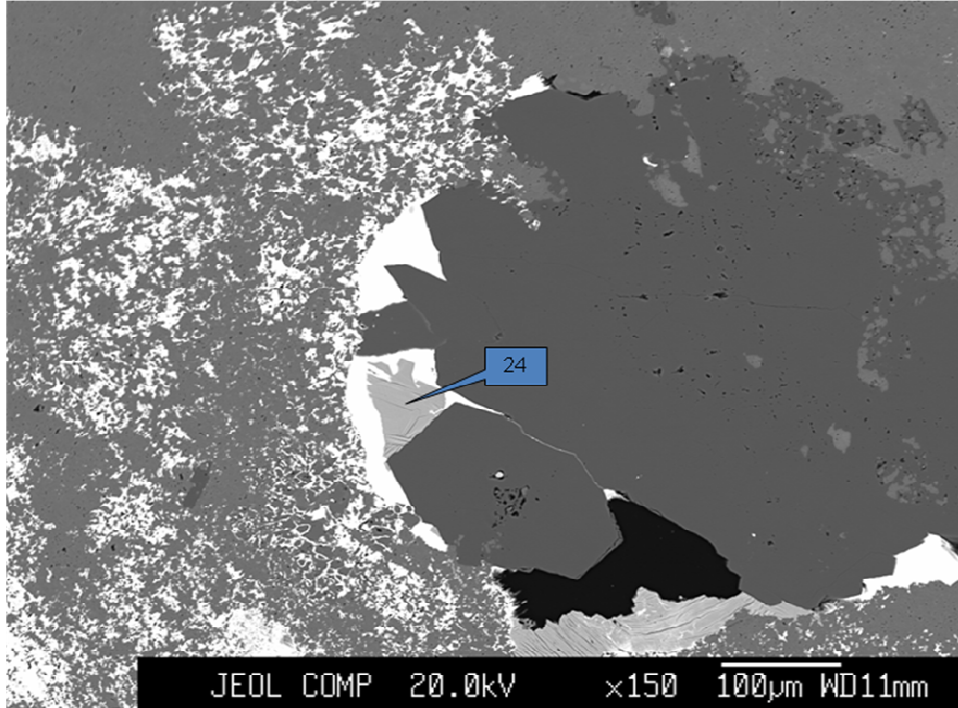
Pirita-Argentita

	42	49	54	55
	AlE10-42	AlE10-49	AlE10-54	AlE10-55
Pb	-	-	-	-
Mn	0.027	0.027	0.013	-
V	0.067	-	0.087	-
Si	0.020	0.003	-	0.012
Ca	0.004	0.002	-	0.023
Fe	46.050	46.205	0.620	46.045
Mg	-	-	0.017	-
S	53.634	53.763	14.798	53.869
Zn	0.044	-	-	-
Ag	0.004	-	84.385	-
Cu	0.095	-	-	0.051
Au	0.055	-	0.080	-
Total	100.000	100.000	100.000	100.000

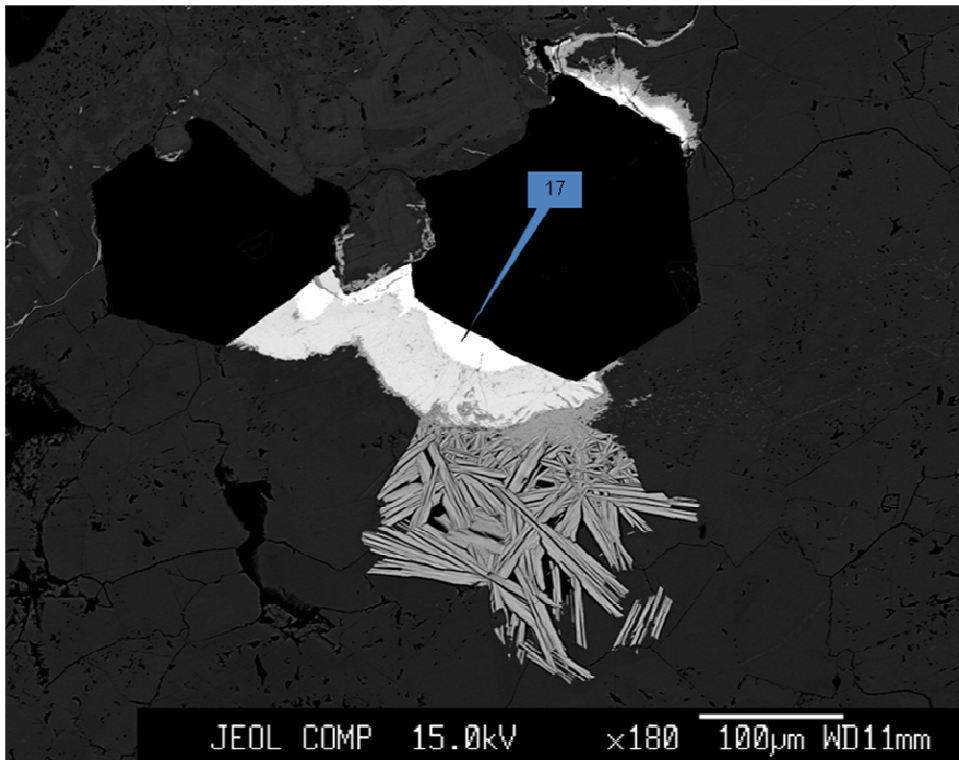
Pirolusita-Manganita

	4	9	10	15	16	17
--	---	---	----	----	----	----

	AIE15-15	AIE15-20	AIE15-21	AIE15-26	AIE15-27	AIE15-28
PbO	0.040	0.012	-	0.051	0.017	-
MnO2	88.304	91.677	89.916	92.006	90.287	89.769
MgO	0.023	0.018	0.016	0.022	0.012	0.064
CaO	2.151	0.486	0.401	0.310	0.372	0.344
Fe2O3	0.136	-	0.143	-	-	-
ZnO	2.377	2.482	2.656	2.428	2.314	2.996
Ag2O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.837	0.422	0.319	0.209	0.696	0.225
Au2O	-	-	-	-	-	-
V2O3						
Total	94.389	95.900	94.739	95.760	94.328	94.123
	22	26	42	46	48	49
	AIE15-33	AIE15-37	F3B-4	F3B-8	F3B-10	F3B-11
PbO	0.060	0.056	-	0.005	-	-
MnO2	90.273	91.488	97.971	95.555	95.526	96.739
MgO	0.017	0.026	0.037	0.075	0.105	0.075
CaO	0.417	0.352	0.582	0.641	0.654	0.408
Fe2O3	-	-	0.022	0.010	0.003	-
ZnO	2.630	2.395	0.285	0.180	0.251	0.152
Ag2O	-	-	-	-	-	-
CuO	0.214	0.507	0.046	0.063	0.758	0.025
Au2O	-	-	-	-	-	-
V2O3						
Total	94.460	95.638	99.361	97.109	97.791	97.942
	55	60	57			
	F3B-17	F3B-22	AIE15-11			
PbO	4.840	6.862	0.034			
MnO2	91.594	89.845	92.987			
MgO	0.003	0.008	0.002			
CaO	0.461	0.299	0.356			
Fe2O3	-	0.326	0.082			
ZnO	0.099	0.046	2.300			
Ag2O	-	-				
CuO	0.151	0.146	0.301			
Au2O	-	-				
V2O3						
Total	97.469	98.000	96.873			



Lamina 1. Hetaerolita, muestra AlF3



Lamina 2. Coronadita, muestra AlFe10