

MINERALIZACIÓN EPITERMAL (Au-Ag) EN ESTANCIA PEPITA, PROVINCIA DEL CHUBUT, REPÚBLICA ARGENTINA.

[Epithermal Au-Ag mineralization in Estancia Pepita, Chubut Province, Argentine.]

MABEL LANFRANCHINI (*)

MARCELA CURCI (*)

RICARDO ETCHEVERRY (**)

DANIELA MARCHIONNI (***)

(*):UNLP. (**): UNLP-CONICET. (***): UNLP-CIC

INREMI Calle 47 N° 522 La Plata (1900) Argentina. Tel/Fax: (54)-0221-4225648.

(E-mail: inremi@infovia.com.ar)

(FECHA DE RECEPCIÓN: 1999-12-20) (FECHA DE ADMISIÓN:) (ÚLTIMA REVISIÓN: 2000-01-15)
BIBLID [0211-8327 (1999) 35; 99-113]

RESUMEN: En el SO de la Provincia del Chubut (República Argentina) se han reconocido depósitos hidrotermales Au-Ag y metales asociados (Cu, Pb, Zn). Estas mineralizaciones aparecen en filones de cuarzo asociadas a adularia-sericita y alteración clorítica relacionadas especialmente a rocas subvolcánicas cretácicas

Las características geológicas, estructurales y mineralógicas indican que estas mineralizaciones son de tipo adularia-sericita o de baja sulfuración.

Palabras clave: Mineralización epitermal Au-Ag, alteración adularia-sericita, Cretácico, Cordillera Patagónica, Argentina.

ABSTRACT: Epithermal Au-Ag occurrences associated with base metals (Cu, Pb y Zn) have been identified in the south-west Chubut Province, Argentine. Mineralization

is hosted by quartz vein – type structures, wich are associated with adularia - sericitic and chloritic alteration, mainly related to cretacic subvolcanic rocks.

Geological, structural and mineralogical features, suggest an adularia - sericite or low sulphidation type deposit.

Keywords: Epithermal Au-Ag mineralization, adularia-sericite alteration, Cretacic, Cordillera Patagónica, Argentine.

INTRODUCCIÓN

A partir del año 1996, el Instituto de Recursos Minerales de la Universidad de La Plata (INREMI), ha encarado estudios geológico – mineros sistemáticos en el extremo SO de la Provincia del Chubut, al NE del Lago Fontana, con la finalidad de establecer potenciales “blancos” de metales preciosos y polimetálicos; como resultado de estas tareas se identificaron sectores con alteración hidrotermal que en ocasiones se vinculan a manifestaciones epitermales polimetálicas. Éstas se emplazan en la parte más oriental de los Andes Patagónicos Centrales, aproximadamente entre los 44° 40' y 44° 55' de latitud sur y los 70° 45' y 71° 05' de longitud oeste. Los mismos se orientan a lo largo de una faja de dirección NO – SE, definida por los Cerros del Finadito y Pepita respectivamente. En el extremo austral de ésta se localiza el Lote 15 de la Estancia Pepita, en el que se sitúan estructuras filonianas de relleno, constituidas principalmente por cuarzo con sulfuros de metales base que suelen contener metales preciosos (Au-Ag). Dichas estructuras se alojan en volcanitas y areniscas cretácicas, pertenecientes a las Formaciones Ñirehuao y Apeleg respectivamente. (Figura 1).

El área de estudio fue abordada a través de investigaciones regionales por HAYASE *et al.* (1972); MEDINA & MAISTERRENA (1981) y PLOSKIEWICZ (1987), quienes han realizado estudios acerca de las alteraciones hidrotermales presentes en la comarca y de las minas “El Abuelo” y “El Solcito” (skarn con Fe-Cu, inactivas) localizadas al SE de Lote 15. Asimismo hacia el NO, en el sector del Cerro del Finadito, existen registros aislados de contenidos anómalos en metales base y nobles (JICA-MMAJ-SEM, 1982).

Por otra parte, al occidente del Lote 15 se emplazan mantos de caolín (caolinita -dickita), alunita y cuarzo que conforman las minas (actualmente paralizadas) “Estrella Gaucha”, “Susana” y “Gato” (MAIZA, 1981). En estos depósitos se puede diferenciar un manto silicificado hacia la superficie, un sector caolinizado hacia la base y entre ambos una zona alunitzada. La presencia de una cobertura argílica es común en ambientes epitermales, de acuerdo con SILLITOE (1993): el desarrollo de estas zonas ocurre cerca de la superficie y es producto de la condensación de los vapores calientes ascendentes ricos en H₂S (producto de ebullición) que se mezclan con aguas vadosas y/o meteóricas.

De acuerdo a las características geológico-metalogenéticas de las manifestaciones reconocidas, se considera que las mismas podrían ser homologadas a las de tipo “adularia-sericita” del modelo propuesto por HEALD *et al.* (1987).

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

En la zona del lago Fontana, dentro de un ambiente de transición entre la Cordillera y la Patagonia extrandina, se desarrolla un importante volcanismo mesozoico asociado a sedimentitas marinas-continetales de igual edad. Estas secuencias están afectadas por rocas ígneas intrusivas, principalmente de edad Cretácica, a las que se vinculan los procesos hidrotermales acaecidos en la comarca. La estructuración que presenta la región es producto de la superposición de varias fases diastróficas que han actuado a lo largo de su evolución geológica sobre bloques rígidos basamentales, limitados por fracturas.

El basamento de la comarca está representado por volcánitas andesíticas sobre las que se depositan sedimentitas marinas asignadas al intervalo Jurásico superior – Cretácico inferior.

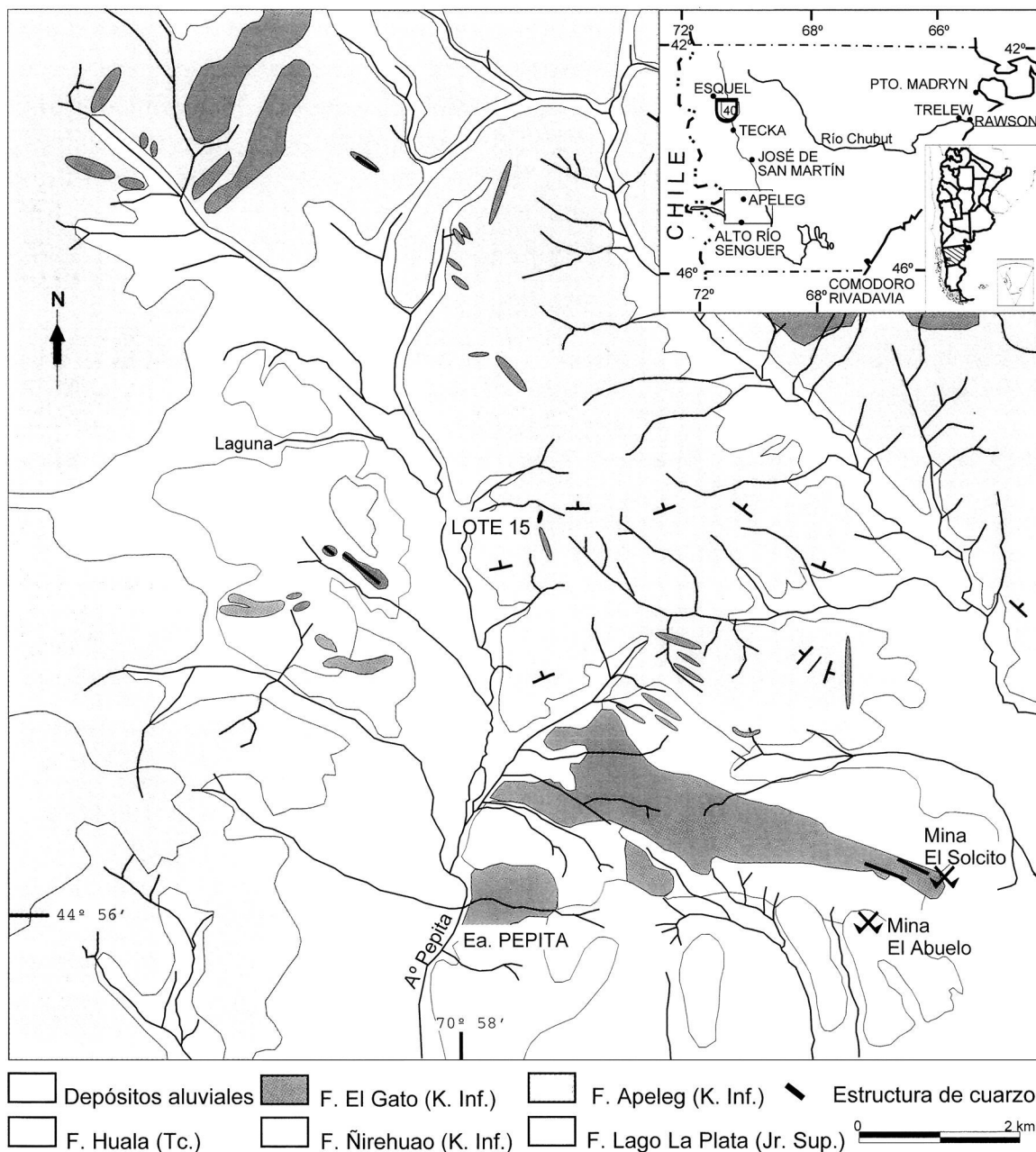


Figura 1: Geología del Sector Lote 15 de la Estancia Pepita.

Sobre estas rocas se desarrolla un sistema deltaico representado por los potentes y extensos afloramientos de areniscas cuarzosas de la Formación Apeleg (PLOSZKIEWICZ & RAMOS, 1977). La sedimentación se habría interrumpido con una intensa actividad magmática, evidenciada por las Formaciones Ñirehuao y El Gato, entre otras (PLOSZKIEWICZ & RAMOS, 1977); la primera agrupa un conjunto de efusiones lávicas-piroclásticas de composición básica, mientras que la otra incluye rocas volcánicas ácidas, en facies lávicas, subvolcánicas y filonianas.

Una importante tectónica de fracturación y plegamiento, tuvo lugar en el Cretácico, evento que fue seguido por un régimen extensional, el cual originó los derrames basálticos, a los que se sumaron sedimentos fluviales alternando con pequeñas coladas basálticas y depósitos de remoción en masa.

GEOLOGÍA LOCAL

El estudio de un par de imágenes de radar Radarsat-SAR (Figura 2) en modo ascendente y descendente (MARCHIONNI & LANFRANCHINI, 1998) y de imágenes satelitarias (Figura 3) Landsat-TM (MARCHIONNI *et al.* 1997) reveló que las orientaciones principales de fracturamiento de la región son N 30°-40° O y N 50°-60° O, siendo esta última de menor jerarquía.

Las vetas y venillas de cuarzo del área corresponden al sistema N 30°-40° O, las que constituyen los rasgos topográficos positivos más destacados del paisaje. Estas estructuras se disponen a lo largo de una faja regional de orientación NO-SE.

La geología del Lote 15 está dominada por sedimentitas de la Formación Apeleg, integrada esencialmente por areniscas cuarzosas, de tonalidades claras, bien estratificadas, con intercalaciones de niveles conglomerádicos; las cuales conforman potentes afloramientos de gran extensión areal. Suprayacen a las sedimentitas derrames andesíticos, de coloración gris verdosa, correspondientes al Miembro Liempichún de la Fm. Ñirehuao. Ambas unidades están intruídas por cuerpos subvolcánicos, de composición riolítica, asignados a la Formación El Gato; a éstas rocas se vincularían temporal y espacialmente las estructuras vetiformes presentes en el área.

Particularmente en este sector se destaca una estructura de orientación ONO-ESE, la cual presenta una corrida aproximada de un kilómetro y una potencia máxima de 20 m. La misma está integrada por vetas de cuarzo de hasta 3,5 m de espesor, que engloban fragmentos de las sedimentitas encajantes y riolitas silicificadas. (Figuras 1 y 2).

MINERALIZACIÓN Y ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

La estructura principal está integrada por sulfuros de metales base en ganga de cuarzo. Los sulfuros primarios identificados fueron galena, calcopirita y pirita. Como especies supergénicas se reconocieron covelina y calcosina, además de

limonitas como principal material de oxidación. Si bien el cuarzo es el mineral de ganga más común, se identificó también adularia asociada a la sílice.

Los sulfuros de metales base han sido reconocidos sólo en algunos sectores de la estructura principal. Los cristales idiomorfos de galena alcanzan diámetros de hasta 3 cm. Están alojados en cuarzo y a menudo se exhiben frescos. Las determinaciones microanalíticas (Tabla 1) arrojaron valores en oro y plata, del orden de 0,26 y 0,28 % en peso respectivamente. Asimismo cabe destacar el alto contenido en telurio y selenio (hasta 0,8% y 0,4% en peso).

La calcopirita adopta formas irregulares, se encuentra asociada a pirita y en ocasiones a galena. De acuerdo a determinaciones microanalíticas contiene valores de hasta 0,3% en peso en Au, mientras que su contenido en Ag, Te y Se no es relevante.

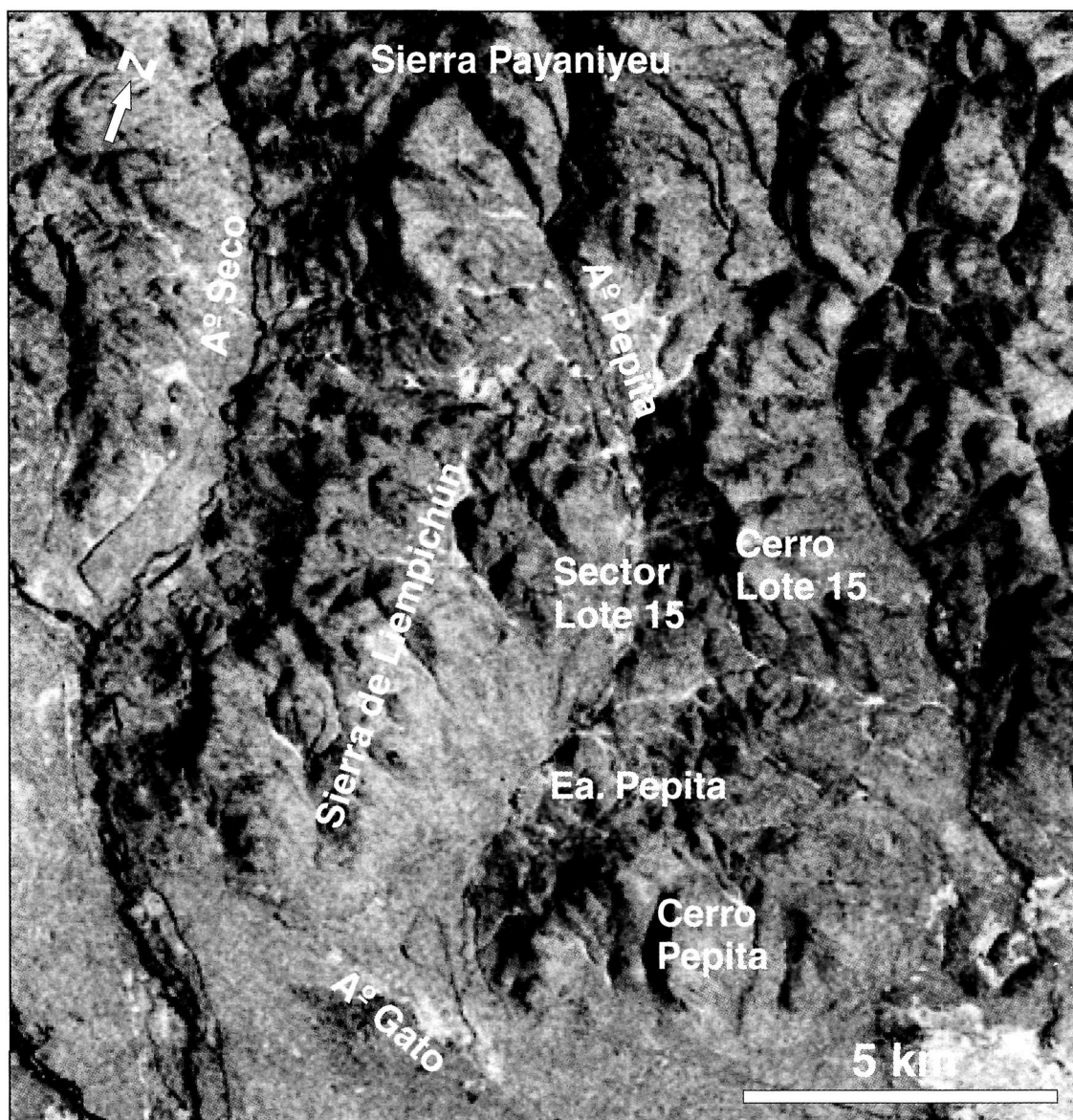


Figura 2: Imagen SAR de RADARSAT.

Los individuos de pirita, idiomorfos en su mayoría, no superan los 5 mm de tamaño y están alojados en cuarzo, así como también diseminados en la roca de caja. Con frecuencia se presentan limonitizados, dando origen a *boxworks*. Se observan altos contenidos en Au, Ag y Se de hasta 0,27, 0,1 y 0,26% en peso, respectivamente.

Los sulfuros supergénicos (covelina y escasa calcosina) se presentan aislados y en venillas, sustituyendo a los sulfuros primarios, en especial galena y calcopirita.

Las alteraciones hidrotermales identificadas son del tipo silícica, adularia-sericita y propilítica. La primera es predominante en el núcleo de la estructura; la adularia-sericita alcanza su mayor relevancia hacia las salbandas, y finalmente la propilítica afecta a modo de halo externo a las rocas de caja.

La silícica está caracterizada por la presencia de individuos de cuarzo blanquecino, con mayor desarrollo de su tamaño de grano en la parte central del filón. Se reconocieron las siguientes texturas en los agregados silíceos: maciza, de cristales zonados y en peine (DONG *et al.*, 1995) y otras de recristalización como la "llameante" (ECHAVARRIA, 1997) y en mosaico.

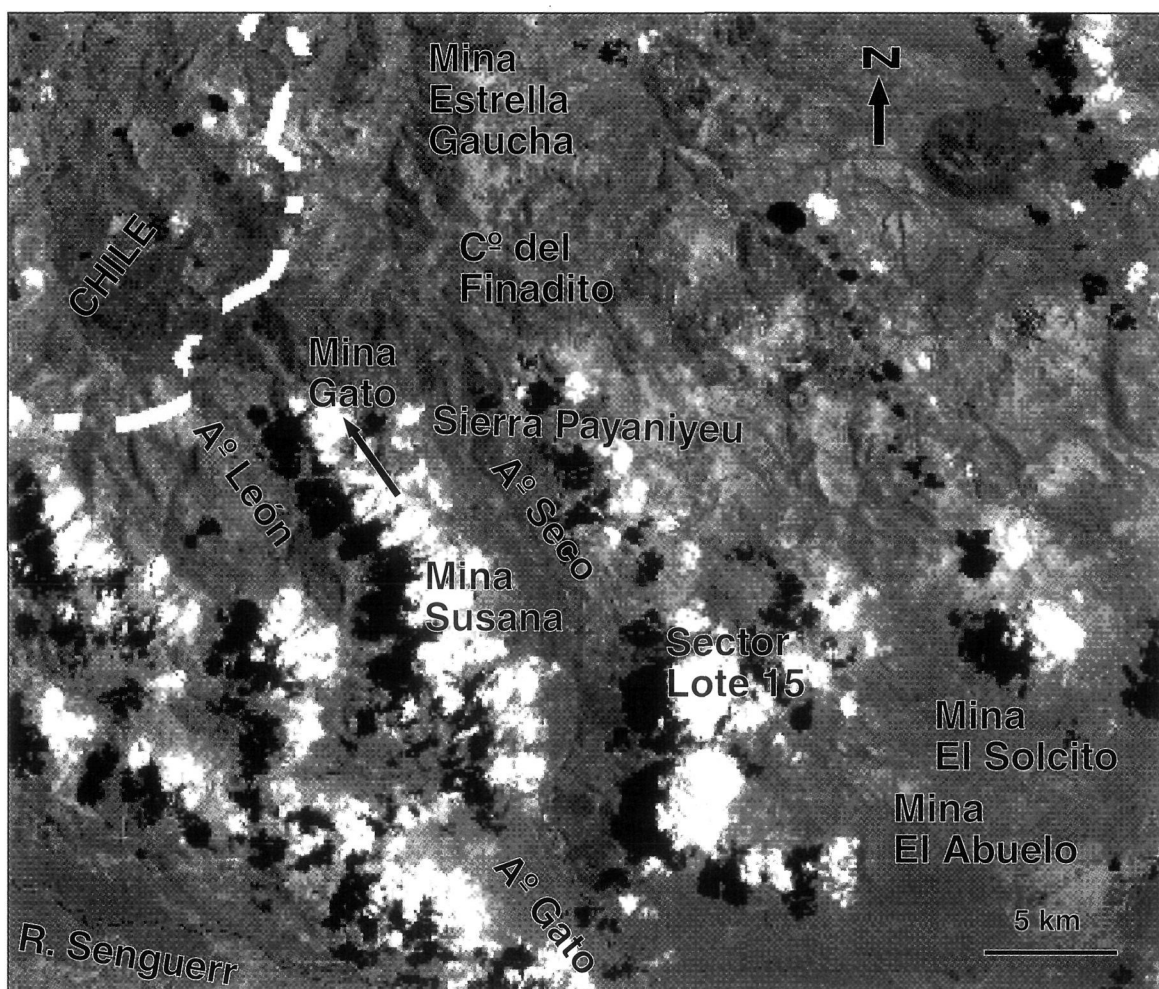


Figura 3: Imagen TM de LANDSAT.

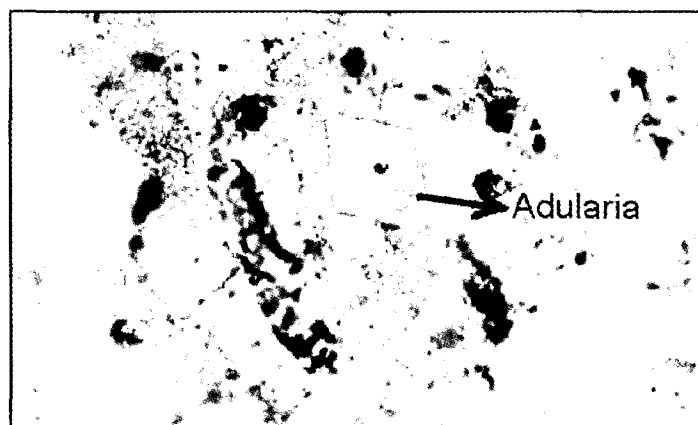


Figura 4: Cristal euhedral de adularia.

Asimismo, el cuarzo rellena venillas orientadas en forma subparalela a la estructura principal; sus espesores varían desde mm a cm. Éstas registran texturas macizas y de cristales zonados. Intercrecidos con el cuarzo se disponen cristales de adularia, los mismos son euhedrales-subhedrales, poseen secciones rómbicas y tamaños que oscilan entre 50 y 220 μm (Figura 4). En la riolita encajante, se observan además cristales euhedrales de adularia, incluidos en fenocristales de cuarzo, lo cual estaría manifestando un importante metasomatismo potásico.

Gradualmente se van incorporando laminillas de sericita, tanto en las venillas de cuarzo como en las rocas de caja, constituyendo nidos o bien agregados laminares dispuestos radialmente. Además, en la volcanita hospedante, reemplazan parcialmente microfenocristales de plagioclasas y de minerales máficos, especialmente a partir de planos de fractura y clivaje. En sectores, donde la sericitización es más acentuada, tapiza casi por completo las paredes de microfisuras.

La propilitización, definida por la asociación epidota, calcita y clorita, se desarrolla distalmente. Afecta a las rocas de caja, tanto a la volcanita como a la sedimentita. En la primera de estas rocas, los minerales de la asociación reemplazan parcial a totalmente a fenocristales de plagioclasas y mafitos, aunque también se alojan dispersos en la pasta de la misma. Mientras que en la sedimentita se desarrollan principalmente en la matriz.

Finalmente se identificaron cristales euhedrales-subhedrales de epidota y escamas de cloritas, intercrecidos con el cuarzo de las venillas subparalelas a la estructura principal, revistiendo las paredes de las cavidades.

La composición química de los sulfuros primarios fue estudiada por medio de una microsonda Cameca, modelo Camebax SX.50, en los laboratorios del Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo. Las determinaciones microanalíticas fueron realizadas bajo las siguientes condiciones: aceleración de corriente 20 kv - intensidad 20 mA - S $L\alpha$, Pb $L\alpha$, Ag $L\alpha$, Te $L\alpha$, Sn $L\alpha$ (PET) - Co $L\alpha$, Fe $L\alpha$, Zn $L\alpha$, Ni $L\alpha$, Au $L\alpha$, Bi $L\alpha$, Se $L\alpha$, Cu $L\alpha$ (LIF) y As $L\alpha$ (TAP) para sulfuros. Mientras que en silicatos fueron analizados los siguientes contenidos elementales: Na $L\alpha$, Mg $L\alpha$, Al $L\alpha$, Si $L\alpha$, F $L\alpha$ (TAP) - K $L\alpha$, Ca $L\alpha$, Ti $L\alpha$, Cl $L\alpha$

(PET) - Fe L α , Mn L α , Cr L α , Ni L α (LIF). Los resultados alcanzados se presentan en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

Muestras de cloritas de la estructura principal del Lote 15 y de las proximidades de Arroyo Seco (NO del área) también fueron sometidas a determinaciones microanalíticas, que se utilizaron tentativamente como geotermómetros, si bien esta metodología es discutida, arroja resultados que con recaudos pueden ser considerados como un elemento más de juicio. Las cloritas del

Pirita

Fe	Cu	Zn	Ag	Au	Ni	Sn	Te	Se	S	As	Co
47.14	0.054	0	0	0		0.049	0	0.023	52.67	0.201	
47.06	0.033	0.029	0.105	0	0	0.108	0.025	0	52.91	0.241	0.067
47.29	0.007	0	0	0.028	0	0.057	0.038	0.015	53.19	0.61	0.097
46.59	0	0.025	0.006	0	0	0.005	0.006	0.268	53.08	0.364	0.095
47.37	0.003	0.007	0.082	0	0.016	0.057	0.035	0.115	53.1	0.462	0
47.53	0.039	0.053	0	0	0	0.027	0.007	0.061	53.25	0.679	0
47.06	0.038	0.003	0.023	0	0.071	0.071	0	0	53.14	0.641	0.039
46.29	0.003	0	0	0	0	0.163	0.015	0.169	53.49	0.288	0.018
46.14	0	0.028	0	0	0.117	0.047	0	0	52.75	0.143	0.099
46.98	0.021	0	0	0	0.025	0.017	0.021	0.069	54.11	0.022	0
45.8	0	0.019	0.035	0	0.087	0.107	0	0	53.3	0.377	0.03
47.23	0.44	0	0	0.107	0.038	0.005	0.024	0.096	53.37	0.092	0.106
47.5	0.086	0.031	0	0.117	0.005	0.069	0.005	0.084	53.13	0.208	0.076
45.65	0	0	0	0.269	0.005	0.074	0	0	52.18	0.005	0.14
47.68	0	0	0	0.042	0	0	0	0	53.78	0.03	0.069
47.62	0.004	0	0	0	0.023	0.093	0	0.02	53.91	0.098	0.048

Galena

Fe	Cu	Zn	Ag	Au	Ni	Pb	Te	Se	S	As	Co
0.003	0	0	0	0	0.071	85.69	0.052	0.397	13.55	0.043	0.002
0.048	0	0	0.219	0	0.063	86.6	0.018	0	13.62	0.058	0.002
0	0	0.009	0	0.069	0.087	86.43	0.007	0.098	13.57	0.013	0.037
0	0.1	0	0.012	0.263	0.055	85.55	0.038	0.152	13.48	0.128	0
0.013	0.015	0	0.287	0	0	86.05	0.055	0.076	13.51	0.193	0.063
0.01	0	0	0.044	0.141	0	86.18	0.053	0.64	13.4	0.15	0.079
0.162	0	0	0.162	0.255	0.018	87.59	0	0.307	13.73	0	0.015
0.032	0.064	0.063	0	0.118	0	87.16	0.186	0	13.54	0.035	0
0.031	0.068	0.06	0	0.144	0	86.6	0	0	13.61	0.015	0.017
0.003	0	0.047	0.128	0.186	0.024	88.36	0	0	13.58	0.017	0

Calcopirita

Fe	Cu	Zn	Ag	Au	Ni	Bi	Te	Se	S	As	Co
31	32.75	0.052	0.072	0	0.005	0	0	0	34.53	0	0.062
29.64	32.82	0.014	0	0.111	0	0.467	0	0	35.52	0.003	0
29.79	33.19	0	0	0.208	0	0	0	0.059	34.69	0	0.006
29.1	33.04	0.173	0	0	0	0	0	0	34.84	0	0.004
29.37	33.38	0	0.033	0.152	0	0.743	0	0	34.45	0.097	0.056
30.19	33.85	0	0	0.174	0.003	0	0.027	0	34.67	0.017	0
30	33.89	0.028	0.083	0		0	0.028	0	34.8	0.01	
30.73	34.38	0	0	0.305	0.04	0	0	0	35.01	0	0.029

Tabla 1: Microanálisis efectuado en sulfuros (% en peso).

Epidota

Na	K	Ca	Fe	Mg	Al	Si	Ti	Mn	Cr	Ni	F	Cl	O	Tot.
0.02	0.01	16.9	4.59	0.01	14.5	18.1	0.01	0.62	0.04	0	0.13	0.03	41.8	96.8
0	0.12	17.7	5.34	0.07	14.2	18.8	0.05	0.15	0	0.01	0.23	0.01	42.7	99.4
0	0	17.3	7.57	0.01	13.1	17.6	0	0.1	0	0.03	0	0	40.8	96.6
0	0	17	7.66	0.03	13.1	17.9	0.06	0.14	0	0.02	0.08	0	41.1	97.1
0	0	17.4	6.45	0.02	13.6	17.8	0.06	0.49	0.02	0.04	0	0.01	41.4	97.2
0	0	16.4	6.68	0.02	14.1	18.1	0.01	0.99	0.03	0.08	0.01	0	42	98.5
0.02	0.01	17.1	5.67	0	14.2	17.9	0.05	0.5	0	0	0.16	0	41.6	97.2
0.02	0	17.3	7.25	0.01	13.2	17.7	0.05	0.16	0.01	0	0.21	0.01	40.8	96.7

Adularia

Na	K	Ca	Fe	Mg	Al	Si	Ti	Mn	Cr	Ni	F	Cl	O	Tot.
0.17	14	0	0.02	0	9.5	31.1	0.03	0.06	0.01	0	0.16	0.01	46.8	102
0.2	13.5	0	0.05	0	9.57	30.9	0	0	0	0	0.04	0	46.6	101
0.19	13.4	0	0	0	9.62	31.6	0	0	0	0	0	0.02	47.3	102
0.23	13.3	0	0.09	0	9.34	30	0	0	0.02	0.04	0.13	0	45.3	98.4

Sericita

Na	K	Ca	Fe	Mg	Al	Si	Ti	Mn	F	O	Tot.
0.09	7.59	0.16	1.71	0.65	16.9	23.9	0.04	0.17	0.1	45	96.4
0.07	7.33	0.17	1.91	0.65	16.6	24	0.04	0.17	0.01	44.7	95.7
0.07	7.42	0.2	1.76	0.63	16.9	24.3	0.01	0.17	0.14	45.2	96.8
0.04	7.39	0.07	1.64	0.8	16.6	24.2	0	0.16	0.14	44.8	95.8
0.06	6.9	0.1	2.17	0.55	17.1	23.9	0.03	0.18	0.15	44.9	96.1
0.08	7.47	0.19	1.83	0.61	17	24.4	0.01	0.18	0.13	45.5	97.4
0.05	8	0.02	2.35	0.57	16.6	24	0.08	0.29	0.24	44.8	96.9
0.08	7.88	0.19	1.76	0.72	16.9	24.1	0.01	0.18	0.17	45.1	97

Cloritas

Na	K	Ca	Fe	Mg	Al	Si	Ti	Mn	Cr	Ni	F	Cl	O	Tot.
0.06	0.1	0.5	21	3.46	9.59	14.6	0	2.52	0	0	0.13	0.05	34.4	86.3
0	0.06	0.08	26.4	3.6	10	11.8	0.03	2.64	0.02	0	0	0.03	33.1	87.7
0.01	0.1	0.04	26.5	3.29	9.83	11.7	0	2.67	0.06	0	0.02	0.02	32.7	86.9
0.01	0.06	0.1	26.5	3.32	10.1	11.6	0.02	2.48	0	0	0.04	0.04	32.8	87.2
0.02	0.05	0.09	26.7	3.38	10	12	0	2.61	0	0	0.02	0.02	33.3	88.2
0.01	0.08	0.11	26.5	3.02	9.58	11.4	0.01	2.59	0.02	0	0.01	0.02	32.2	85.9
0.01	0.05	0.08	26.6	3.49	10.1	11.8	0	2.78	0	0.05	0.05	0	33.2	88.1
0.03	0.06	0.06	26.8	2.9	10.4	12.1	0	2.87	0.01	0	0.11	0	33.4	88.8
0	0	0.03	25.8	4.48	10.4	11.6	0.05	2.35	0.02	0.01	0	0.03	33.6	88.3
0.01	0.06	0.04	27.7	2.83	10.3	12	0	3.01	0	0.02	0.08	0	33.5	89.5
0.02	0.1	0.13	20.9	2.25	12.6	14.4	0.01	1.93	0	0.09	0	0.02	35.7	88
0.02	0.11	0.1	25.4	2.96	10.8	12.7	0.02	2.51	0.08	0	0.01	0	34.1	88.8
0.01	0.07	0.07	28.1	2.9	9.93	11.4	0.02	3.47	0.03	0.07	0	0.01	32.9	89
0.02	0.07	0.08	28	2.58	9.4	11.7	0.03	2.94	0	0	0.1	0.02	32.3	87.2
0.03	0.06	0.07	27.6	2.88	9.9	11.3	0.04	2.99	0	0.02	0.05	0.03	32.4	87.4
0.03	0.06	0.09	27.9	2.82	9.93	11.9	0.01	2.5	0	0.07	0.13	0.02	33	88.5
0.02	0.05	0.07	22.1	2.08	12.3	14.8	0.01	2.02	0	0.04	0.09	0.02	36.1	89.7
0.03	0.05	0.1	28.3	2.5	10.1	12.5	0.03	2.72	0	0	0	0.01	33.8	90.1
0	0.05	0.11	26.4	3.07	9.67	11.6	0	2.75	0.02	0	0	0.02	32.3	85.9
0.02	0.06	0.01	23.3	2.04	11.5	13.7	0	2.61	0	0	0.09	0	34.7	88.1
0.02	0.04	0.03	23.4	2.47	12.2	13.7	0.03	2.57	0.06	0	0	0.01	35.7	90.3
0	0.02	0.03	22.2	2.08	11.7	15.7	0	2.1	0.03	0	0	0.01	36.6	90.4
0.02	0.03	0.24	22.9	4.13	9.51	12.3	0.05	3.61	0	0	0	0	32.9	85.7
0.05	0.14	0.46	23.6	3.06	8.28	14.1	0.02	2.79	0.04	0.1	0	0.02	33.3	85.9

Tabla 2: Microanálisis efectuado en silicatos (% en peso).

Lote 15 están alojadas en venillas de cuarzo y alcanzan los 200 μ m de diámetro, en tanto que las otras no superan los 60 μ m y se distribuyen en la matriz de las sedimentitas hospedantes. La composición química expresada en porcentajes en peso de elementos, permitió arribar a las fórmulas estructurales de las cloritas analizadas, necesarias para la aplicación de los métodos de CATHELINÉAU (1988), WALSHÉ (1986) y CATHELINÉAU & NIEVAS (1985). El valor real del geotermómetro se determinó eliminando los valores excesivamente altos o bajos y hallando una media global de los datos restantes (Tabla 3). Las temperaturas probables de formación obtenidas, permitirían vincular a las cloritas analizadas del Lote 15 con los últimos estadios del fluido mineralizante, mientras que las del otro sector son indicadoras de las temperaturas iniciales del proceso de alteración.

GEOQUÍMICA

Se determinaron los contenidos en Au, Ag, Pb, Cu y Zn en las estructuras mineralizadas; para ello se efectuaron análisis químicos de esquirleos superficiales, tomados en sectores con vetas y venillas de cuarzo, así como de las rocas hospedantes. Las muestras fueron analizadas a través de técnicas de espectrometría de emisión de plasma (ICP) y activación neutrónica (INAA). Los valores promedio en Au y Ag en las vetas del sector son de 0,08 y 9,4 ppm respectivamente; sin embargo se registraron valores puntuales de hasta 5,7 ppm en Au. Los contenidos en metales base alcanzan tenores medios de 383 ppm Cu, 24,5 ppm Zn y 1186 ppm Pb, los cuales están asociados a los sulfuros identificados (Tabla 4). Los elementos rastreadores para este sector alcanzaron valores de hasta 380 ppm en As y 4 ppm en Hg.

	Sector Arroyo Seco	Sector Lote 15
Método Cathelineau, 1988	296°	126°
Método Walshe y Salomon, 1986	235°	202°
Método Cathelineau y Nievas, 1985	257°	142°
Temperatura estimada	268°	164°

Tabla 3: Temperaturas estimadas en función de estudios realizados en cloritas.

	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)
Promedio	80,55	9,37	382,76	244,66	1186,5
Mediana	22	1,3	96	144	143
Moda	5	0,4	11	19	9
V. Máximo	620	87,2	3710	1614	16200
V. Mínimo	2,5	-0,2	2	3	2,35

Tabla 4: Principales parámetros estadísticos a partir de datos geoquímicos (N= 68).

INCLUSIONES FLUIDAS

Se estudiaron Inclusiones Fluidas (IF) presentes en cristales de cuarzo (roca de caja y venillas) y adularia. Los estudios petrográficos y microtermométricos se efectuaron con un microscopio NIKON y una platina de calentamiento – enfriamiento LINKAM THM SG 600.

Cuarzo en venillas: los cristales analizados son euhedrales, poseen numerosas líneas de crecimiento (Figura 5a) y están dispuestos en estructura en peine. El análisis microscópico reveló la presencia de inclusiones fluidas primarias, pseudosecundarias y secundarias (ROEDDER, 1984), siendo las primeras las más abundantes.

Las *IF Primarias* están orientadas a lo largo de líneas de crecimiento, perpendicularmente a las mismas y en menor medida, conformando arreglos aislados en la porción central de los cristales. De acuerdo al número de fases presentes a temperatura ambiente (ROEDDER, 1984), se las clasificó como *monofásicas*, *bifásicas* y *trifásicas*, las primeras son menos representativas y excesivamente pequeñas (< 5µm), lo que imposibilitó su caracterización microtermométrica. Las *bifásicas* (L + V) son de tamaño variable, entre 10µm y

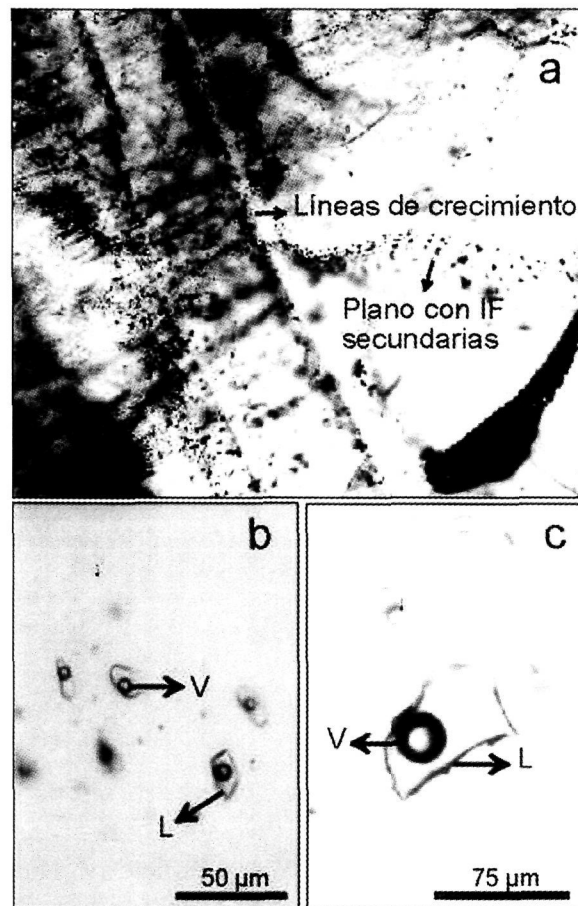


Figura 5. a: Fotomicrografía donde se observan líneas de crecimiento e IF secundarias, en un arreglo planar cortando a las anteriores. (5x 10x). b: IF primarias bifásicas. c: Detalle de las IF primarias bifásicas. V: fase vapor, L: fase líquida.

50 μ m, morfológicamente son irregulares, semi-rectangulares, semi-poligonales y elongadas (Figuras 5b y c); evidenciándose, en algunos casos, estrangulamientos. En general el volumen de la fase gaseosa se mantiene constante entre 10% y 20% del volumen total de la inclusión (Vt), no obstante se observaron evidencias parciales de ebullición en sectores aislados, donde la fase gaseosa oscila entre 10% y 50 % del Vt. Por su parte, las inclusiones *trifásicas* (L + V + S), presentan formas y tamaños semejantes a los observados en las inclusiones bifásicas. La fase sólida es medianamente birrefringente y de forma irregular, dado que ésta no se encuentra en forma sistemática en las IF primarias, no pueden considerarse cristales de saturación. En algunos sectores, estas inclusiones son consideradas pseudo-secundarias, ya que se ubican en planos de fracturas que se desarrollan simultáneamente a la formación del cristal.

Durante los estudios criométricos, las muestras fueron congeladas por debajo de -120°C, no observándose ningún cambio de fase característico, que revele la presencia de compuestos carbónicos en la fase gaseosa. Por encima de los -24°C se identificó la presencia de fase líquida, esto sugiere que la temperatura del punto eutéctico (T°_{TE}) estaría por debajo de dicho valor. Asumiendo esta temperatura, el fluido podría encuadrarse en el sistema NaCl-H₂O, con participación de K⁺; éste último componente sería el responsable de la depresión del punto eutéctico del sistema NaCl-H₂O, cuya T°_{TE} teórica es de -20,8°C (SHEPHERD *et al.*, 1985).

La fusión final de los cristales de hielo ($T_{m_{ice}}$), ocurrió en una faja de -2.5°C a -1°C indicando bajas salinidades que oscilan entre 4,8 y 1,74 wt % equivalente NaCl (SHEPHERD *et al.*, 1985.), con una moda en el intervalo 3,5-4,5 (Figura 6). Por su parte, durante la etapa de calentamiento las IF bifásicas homogeneizaron en fase líquida, registrándose temperaturas entre 180°C y 300°C, con dos modas, una en 200°-220°C y otra en 260°-280°C; la primera responde a IF de los sectores más periféricos del cristal, mientras que la segunda corresponde al centro de los mismos (Figura 7). Por su parte las *IF pseudosecundarias* homogeneizaron en un rango de temperatura comprendido entre 180 y 220°C.

Las *IF secundarias* están asociadas a planos de fracturas originados con posterioridad al desarrollo cristalino. En orden de mayor a menor abundancia se identificaron IF monofásicas y bifásicas, ricas en fase vapor. El tamaño de estas inclusiones oscila entre 15 y 20 μ m, son muy oscuras; con formas globosas y en menor medida alargadas. Durante la etapa criométrica no se constató la presencia de CO₂ en la fase gaseosa.

Cuarzo en roca de caja: Se identificaron IF primarias de características semejantes a las observadas anteriormente. Los estudios microtermométricos revelaron temperaturas de homogeneización y salinidades homologables a las determinadas en las IF del cuarzo en venillas.

Adularia: contiene numerosas IF bifásicas de pequeño tamaño (< 5 μ m) que imposibilitó su análisis microtermométrico.

CONSIDERACIONES FINALES

En las vetas epitermales de Lote 15, los sulfuros de Fe y Pb (pirita y galena) son los portadores de Au y Ag. Las temperaturas de formación de estas vetas, de acuerdo a estudios microtermométricos efectuados en IF de cristales de cuarzo, oscilan entre 200° y 280°C, comparables con las obtenidas a partir de cloritas, utilizadas como geotermómetros, cuyos resultados oscilan entre 170° C (Lote 15) y 270 °C (Arroyo Seco). Las salinidades estimadas para estos fluidos rondan los 3,5 – 4,5% en peso equivalente de NaCl.

De acuerdo a la relación de yacencia existiría una estrecha vinculación entre la mineralización y el volcanismo cretácico (Fm El Gato).

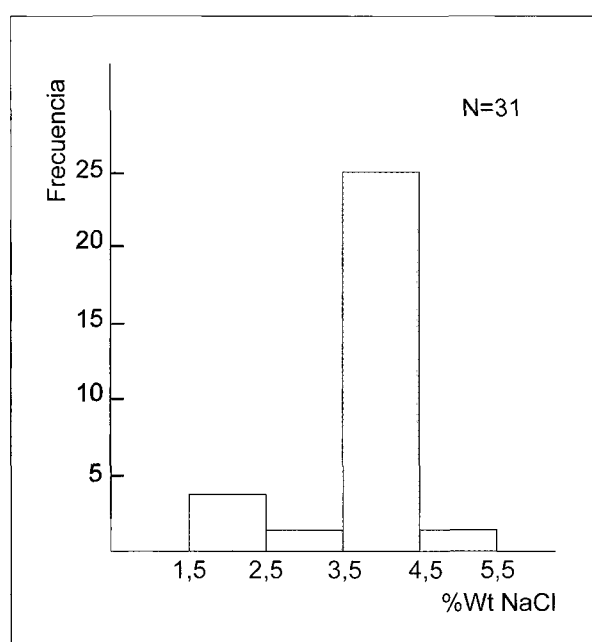


Figura 6: Salinidad en Wt % NaCl obtenida a partir de la $T_{m\ ice}$ en IF primarias.

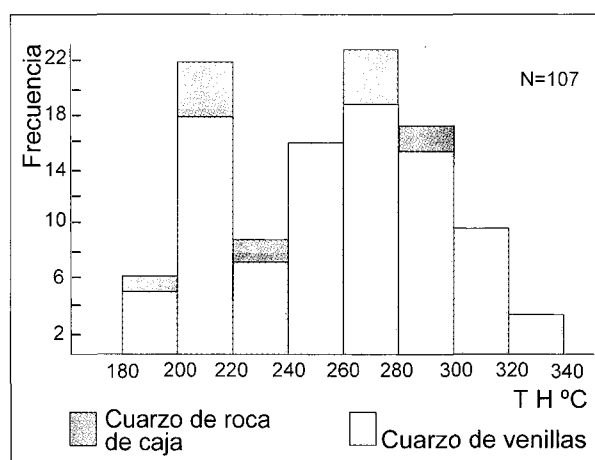


Figura 7: Temperaturas de Homogeneización obtenidas en IF primarias.

Las alteraciones hidrotermales identificadas son del tipo silícica, adularia-sericita y propilítica, que se disponen en zonas concéntricas desde el núcleo hacia la periferia.

Las características de la mineralización, de los procesos de alteración hidrotermal, salinidades y temperaturas de los fluidos, la presencia de adularia y algunas evidencias locales de ebullición de los fluidos, permiten incluir a las mineralizaciones del Sector Lote 15 dentro de las epitermales de baja sulfuración. Estas características y el favorable entorno geológico, aconsejan la realización de un programa exhaustivo de exploración en el área.

Sobre la base de las investigaciones realizadas se concluye que los fluidos responsables de esta alteración – mineralización se encuadran en el modelo adularia – sericita propuesto por HEALD *et al* (1987), para depósitos epitermales de metales preciosos.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. AGUSTÍN MARTÍN IZARD por su participación en la obtención de los datos microanalíticos, efectuados en la Universidad de Oviedo, España; al Dr. FRANCISCO J. RÍOS del Centro de Desarrollo Tecnológico Nuclear (CDTN), Bello Horizonte, Brasil, por su asesoramiento en el campo de las Inclusiones Fluidas y al Dr. ISIDORO SCHALAMUK por su valiosa colaboración en la lectura crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- CATHELINEAU, M. (1988): Cation site occupancy in chlorites and illiytes as a function of temperature. *Clay Miner.*, **23**: 471-485.
- CATHELINEAU, M. & NIEVAS, D. (1985): A chlorite solid solution geothermometer. The Los Azufres (Mexico) geothermal system. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **91**: 235-244.
- DONG, G., MORRISON, G. & JAIRETH, S. (1995): Quartz textures in epithermal veins, Queensland – Clasificación, Origin and Implications. *Econ. Geol.*, **90**: 1841-1856.
- ECHAVARRIA, L. (1997): Texturas de cuarzo del depósito epitermal El Dorado – Monserrat, Provincia de Santa Cruz: descripción e implicancias genéticas. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, **52** (4): 491-503.
- HAYASE, K., GELÓS, E. & LABUDIA, C. (1972): El Yacimiento de hierro Mina El Abuelo, Alto Río Senguerr, Provincia del Chubut, República Argentina. *Actas V Congr. Geol. Arg.*: 123-136.
- HEALD, P., FOLEY, N. & HAYBA, D. (1987) Comparative anatomy of volcanic hosted epithermal deposits: acid – sulfate and adularia – sericite types. *Econ. Geol.*, **82**: 1-26.
- JICA-MMAJ-SEM (1982): *Informe de estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales en la zona patagónica de la República Argentina* (Primera etapa), inédito.

- MAIZA, P. (1981): Estudios de los Yacimientos de caolín del oeste de la Pcia. del Chubut, Minas Susana, Gato y Estrella Gaucha. *Actas VIII Cong. Geol. Arg.*, **IV**: 471-484.
- MARCHIONNI, D. & LANFRANCHINI, M. (1998): Análisis Geológico-Estructural del Sector Norte del Lago Fontana (Cordillera Patagónica, Argentina). Interpretación de las imágenes ascendente y descendente de RADARSTA/SAR. *I Simposio Globe SAR 2, Actas*: 57-64.
- MARCHIONNI, D., LANFRANCHINI, M., DEL BLANCO, M. & ETCHEVERRY, R. (1997): Identificación de zonas de alteración hidrotermal en el área de los Lagos la Plata-Fontana (Cordillera Patagónica), Provincia del Chubut, Argentina. Análisis de la información TM de Landsat. *VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota*, 7 pp (CD-ROM.)
- MEDINA, F. & MAISTERRENA, E. (1981): De las Mineralizaciones de las Minas El Solcito y El Abuelo, y su relación con la eruptividad, Departamento Río Senguerr, Provincia del Chubut. *Actas VIII Congr. Geol. Arg.*, (**IV**): 571-581.
- PLOSZKIEWICZ, J. (1987): Descripción Geológica de la Hoja 47 c, Apeleg, Provincia del Chubut. *Direc. Nac. de Min. y Geol., Boletín*, **204**: 100 pp.
- PLOSZKIEWICZ, J. & RAMOS, V. (1977): Estratigrafía y tectónica de la Sierra de Payaniyeu (Provincia del Chubut). *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, **32 (III)**: 209-226.
- RAMOS, V. (1981) Descripción geológica de la Hoja 47 a b "Lago Fontana". Provincia del Chubut. *Serv. Geol. Nac., Boletín*, **183**: 143.
- ROEDDER, E. (1984): Fluid inclusions. *Reviews in Mineralogy*, **12**: 644 p.
- SHEPHERD, T., RANKIN, A. & ALDERTON, D. (1985). *A Practical guide to fluid inclusions studies*. Blakie Ed. 237 p. Glasgow.
- SILLITOE, R. (1993): Epithermal models: Genetic types, geometrical controls and shallow features. *In: Mineral Deposit Modeling*. (Edit: KIRKHAM, R. V., SINCLAIR, W.D., THORPE, R. I. & DUKE, J. M.). *Geol. Assoc. Canada, Special Paper*, **40**: 403-417.
- WALSHE, J. (1986): A six-component chlorite solid solution model and the conditions of chlorite formation in hydrothermal and geothermal systems. *Econ. Geol.*, **81**: 681-703.
