

**METALOGÉNESIS DEL YACIMIENTO DE ORO-PLATA
"MANANTIAL ESPEJO", MACIZO DEL DESEADO,
PROVINCIA DE SANTA CRUZ**

Isidoro B.A. Schalamuk, Horacio Echeveste, Ricardo Etcheverry y Silvia Ametrano

INREMI, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
Calle 47, N° 522, (1900) La Plata. E-mail: ischala@museo.fcnym.unlp.edu.ar.

Resumen

El yacimiento Manantial Espejo se localiza en el límite sur del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Está conformado por vetas y stockworks de cuarzo con oro, plata y escasa proporción de metales base. Las estructuras mineralizadas se emplazan en terrenos jurásicos de la Formación Bajo Pobre, representada por andesitas; y el Grupo Bahía Laura, integrado por sus dos formaciones, Chon Aike y La Matilde, compuestas principalmente por ignimbritas de composición riolítica, asociadas a tobas, tufitas y aglomerados volcánicos. Sobre la base de la interpretación de datos radimétricos, se atribuye una edad jurásica para la mineralización, y se la vincula a episodios tardíos del volcanismo de la región.

La naturaleza de la paragénesis mineral, la presencia de adularia hidrotermal, sumadas a las texturas, datos de isótopos estables y las características de salinidad de los fluidos que generaron la mineralización, permite clasificar al yacimiento dentro de los denominados epitermales de baja sulfuración.

Abstract

The Manantial Espejo deposit is located in the southern border of the Macizo del Deseado, province of Santa Cruz. It is composed of quartz lodes and stockworks with gold, silver and scarce base metal sulphides. The mineralized structures occur within jurassic rocks of the Bajo Pobre formation (andesites) as well as Chon Aike and La Matilde formations (both of them belonging to the Bahía Laura Group), mainly represented by rhyolitic ignimbrites, tuffs and volcanic agglomerates. Radimetric data allowed to establish a jurassic age for the mineralization, associated to the last volcanic episodes in the region.

The nature of the mineral association, together with hydrothermal adularia and also textures, stable isotopes data and salinity of fluids are in good agreement with the low sulphidation epithermal type.

Introducción

Esta contribución forma parte de un conjunto de trabajos de investigación que viene desarrollando el Instituto de Recursos Minerales (INREMI), dependiente de la UNLP-CICBA, en distintos sectores del Macizo del Deseado, a través de subsidios del sistema científico nacional y convenios con empresas mineras.

El Macizo o Nesocratón del Deseado, provincia de Santa Cruz, es una de las zonas de nuestro país que ha desarrollado en los últimos años una intensa actividad minera, a raíz del descubrimiento de amplios campos filonianos integrados por vetas y stockworks de cuarzo con oro, plata y en menor proporción sulfuros de metales base.

Trabajos de investigación geológico-mineros, realizados a partir de la década del ochenta, por el Plan Patagonia Comahue (Secretaría de Minería de la Nación), por empresas mineras, y más recientemente por el INREMI, han contribuido a un mejor conocimiento geológico-metalogénico de la región y al descubrimiento de importantes depósitos auroargentíferos. El descubrimiento [Genini, 1988], la posterior exploración y puesta en explotación del yacimiento Cerro Vanguardia, representa el ejemplo más auspicioso de un numeroso conjunto de áreas mineralizadas con metales preciosos, asociado a un evento geológico de gran importancia y extensión, representado por el vulcanismo jurásico (formaciones Bajo Pobre, Chon Aike y La Matilde, las dos últimas pertenecientes al Grupo Bahía Laura). Los depósitos de tipo epitermal se han generado como rellenos multiepisódicos de fracturas tensionales en las volcanitas jurásicas. Los contactos son mayormente netos, encontrándose la roca de caja afectada por distintos tipos de alteración hidrotermal representados por silicificación, argilización, sericitización y propilitización.

Además de Cerro Vanguardia, que registra reservas mineras de nueve millones de toneladas con una ley promedio de 10 gramos de oro y 113 gramos de plata por tonelada (información de la empresa Cerro Vanguardia S.A.), se deben citar, como importantes, otros depósitos y prospectos auroargentíferos [Schalamuk et al., 1995 y 1997], tales como

Manantial Espejo, La Josefina, El Dorado, La Manchuria y otros (Figura 1), que se encuentran en diferentes etapas de exploración.

El Yacimiento Manantial Espejo se localiza a unos 10 km al norte de la estancia homónima, en el límite sur del Macizo o Nesocratón del Deseado (Figura 1), Departamento Magallanes, en la provincia de Santa Cruz; a unos 100 km al sudoeste del Yacimiento Cerro Vanguardia.

El depósito Manantial Espejo fue inicialmente explorado por la empresa Saint Joe entre los años 1988-1990 y luego por Lac Minerals entre 1991-1994. Posteriormente Barrick Gold Corporation desarrolló una amplia exploración con ejecuciones de trincheras y perforaciones atestigadas y de aire reverso. A partir de 1997, pasó a manos de Triton Mining Corporation que realizó una evaluación de factibilidad económica y recientemente, a finales de 1998, se hizo cargo del emprendimiento la firma Silver Standard Resources. Esta empresa, sobre la base de la exploración realizada, que contabiliza más de 16.000 metros de perforaciones, informa que las reservas y recursos estimados en todas las categorías, ascienden a 7.900 millones de toneladas con leyes de 191 g/t de Ag y 2,87 g/t de Au y una relación de Au:Ag de 1:55. Las reservas y recursos estimados indican la probable existencia de 88.6 millones de onzas equivalentes de Ag en las vetas María, Concepción, Candelaria y Korina-Unión. La Veta María es la estructura mineralizada más importante, registra más de 1.000 metros de longitud, con 17 metros de espesor máximo y una profundidad comprobada superior a 200 metros.

En esta contribución se exponen los resultados de estudios geológicos, mineralógicos, inclusiones fluidas, isótopos estables y radimétricos, que permiten determinar, la edad de la mineralización, de las rocas encajantes y establecer el modelo genético del yacimiento.

Marco geológico regional

El Macizo del Deseado o Nesocratón del Deseado [Harrington, 1962; De Giusto et al., 1980], cubre un área de unos 60.000 km², desde el río Deseado al norte hasta el río Chi-

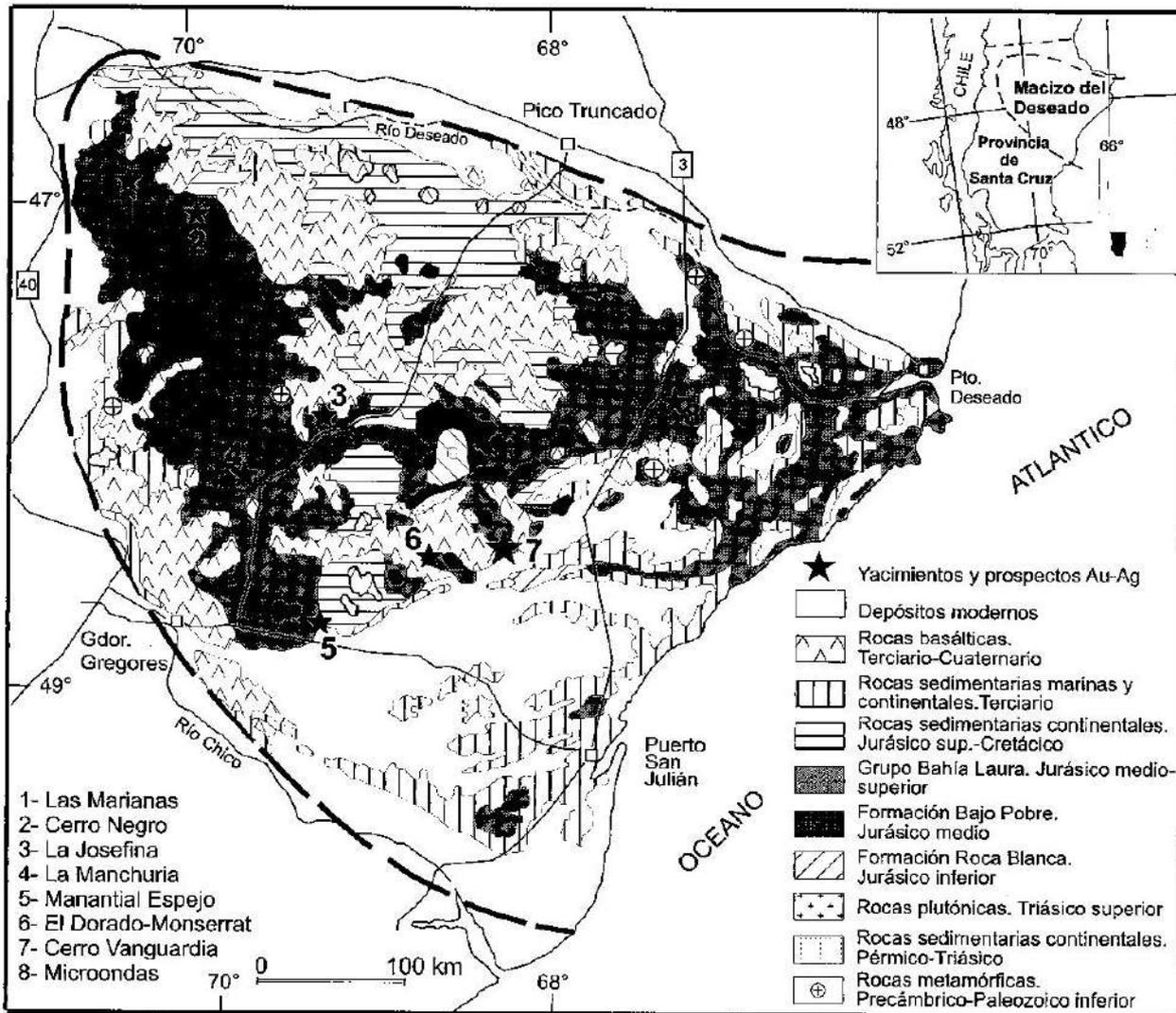


Fig. 1: Mapa geológico del Macizo del Deseado con la ubicación de los yacimientos y principales prospectos de Au-Ag.

co al sur, y desde el Océano Atlántico hasta la llamada dorsal del río Mayo, al oeste, abarcando gran parte de la provincia de Santa Cruz (Figura 1).

Las características más salientes de esta región morfoestructural son su persistencia como área subpositiva y estable y una composición litológica dominada por un episodio, piroclástico-efusivo del Jurásico medio-superior, que produjo un extenso plateau ignimbrítico.

Las rocas más antiguas corresponden a metamorfitas de bajo grado que Di Persia [1960] denominara Formación La Modesta, de edad eopaleozoica o Precámbrica superior,

restringidas a exposiciones de escaso desarrollo areal. Está integrada mayoritariamente por esquistos y filitas con inyecciones de venas de cuarzo, en general muy replegadas. Suele estar intruida por escasos granitos del Paleozoico medio a superior.

En la zona oriental del Macizo, sobre este basamento metamórfico, se apoyan sedimentitas continentales permotriásicas que corresponden a las Formaciones La Golondrina, La Juanita y El Tranquilo. En el Triásico Superior se registra un ciclo intrusivo representado por adamelitas, granodioritas y tonalitas, que interceptan hasta la Formación El Tranquilo. Varias dataciones radimétricas

[Stipanovic et al., 1971; Varela et al., 1991 y Pankhurst et al., 1993a] arrojan, para los intrusivos, edades entre 191 y 203 millones de años. Por encima de éstas continúa un potente paquete de tobas, limolitas y areniscas de la Formación Roca Blanca, portadoras de flora fósil de la parte alta del Jurásico inferior.

A partir del Jurásico Medio se desarrolla el acontecimiento geológico más importante al sur del río Deseado, que tendría su comienzo con basandesitas, andesitas y aglomerados volcánicos que representan la Formación Bajo Pobre [Lesta y Ferello, 1972], continuando con un intenso episodio efusivo-piroclástico de tipo ácido; estas rocas volcánicas constituyen el Grupo Bahía Laura [Stipanovic y Reig, 1957]; la unidad, que posee dataciones radiométricas entre el Jurásico medio y superior, está compuesta por dos formaciones que se interdigitan, una integrada mayoritariamente por ignimbritas, lavas riolíticas subordinadas y escasas tobas ácidas, Formación Chon Aike [Stipanovic y Reig, 1957; Archangelsky, 1967] y otra, eminentemente tobácea, Formación La Matilde [Archangelsky, 1967]. Las relaciones entre las vulcanitas intermedias y las ácidas han sido motivo de diversas interpretaciones; Lesta y Ferello [1972] las incluyeron dentro del Grupo Bahía Laura; De Giusto et al. [1980] separaron la Formación Bajo Pobre del Grupo Bahía Laura, considerando que la primera es concordante con la subyacente Formación Roca Blanca; Panza [1995] señala a la Formación Bajo Pobre como una unidad independiente de la Formación Roca Blanca y de la suprayacente Formación Chon Aike, señalando la presencia de discordancias erosivas en su base y techo. Los resultados isotópicos obtenidos por Pankhurst y Rapella [1995], sugieren una probable fuente magmática situada en la corteza inferior, de composición básica o en un manto superior enriquecido, y consideran que existe una fuerte vinculación genética entre la Formación Chon Aike y las vulcanitas intermedias de la Formación Bajo Pobre. Por su posición estratigráfica se le ha asignado a esta formación una edad Aaleniano-Bajociano, aunque una datación Ar/Ar [Alric et al., 1996] sobre muestras de su sección tipo, arrojó una edad algo más joven, de $156 \pm 2,3$ Ma. Reciente-

mente Tessone et al. [1999] obtienen una edad por el método Rb/Sr de 173 ± 8 Ma para la zona de La Manchuria, lo que reforzaría la idea de que estas rocas, si bien pueden estar relacionadas genéticamente a un mismo fenómeno efusivo, pertenecen a un evento previo, al menos en el sector centro-sur del Macizo.

De acuerdo a Panza [1995] el ambiente de depositación correspondería a erupciones de tipo fisural, del tipo de extensos campos de basaltos.

Las edades del volcanismo ácido, están entre los 162 y 168 Ma [Cazaneuve, 1964; Creer et al., 1972; de Barrio, 1993; Spalletti, et al., 1982; Pankhurst et al., 1993b]; mientras que para el sector central, Arribas et al. [1996] han determinado edades K-Ar sobre biotitas entre 148 a 153 Ma; Tessone, et al. [1999], 148 ± 2 Ma y Fernández et al. [1999], 150 ± 4 Ma, estas dos últimas por el método Rb/Sr. La flora y los restos de anuros [Stipanovic y Reig, 1957] presentes en la Formación La Matilde, sobre todo en los afloramientos de la costa atlántica, ubican a ésta en el Calloviano (152-159 Ma).

El régimen traccional responsable de la efusión de las rocas del Grupo Bahía Laura, culminó con la apertura del Océano Atlántico [Uliana et al., 1985], y produjo, durante el Cretácico, la evolución de pequeñas cuencas cerradas en las que se depositaron los sedimentos de origen continental de las Formaciones Bajo Grande y Baqueró que apoyan en clara discordancia erosiva sobre el Grupo Bahía Laura [Hechem y Homoc, 1985].

Durante todo el Terciario y hasta el Holoceno tuvo lugar, de forma intermitente, la efusión de basaltos, intercalados con sedimentos marinos de las Formaciones Salamanca y Patagonia y continentales de la Formación Santa Cruz.

La vinculación temporal y genética de algunos distritos epitermales auríferos del Macizo del Deseado y las rocas jurásicas del Grupo Bahía Laura ha sido puesta de manifiesto a partir de los trabajos de Arribas et al. [1996], Tessone et al. [1996], Schalamuk et al. [1997], Fernández et al. [1999] y otras investigaciones que desarrollan profesionales del INREMI. Los estudios en ejecución están orientados a definir, para todo el Macizo del

Deseado, la relación de los depósitos con la evolución del complejo volcánico y el control estructural de las mineralizaciones de metales preciosos.

Geología del yacimiento

El área presenta un paisaje de suaves lomadas, con una red de drenaje bien desarrollada y bajos endorreicos de origen eólico. Las unidades geológicas (Figura 2) aflorantes en la misma son la F. Bajo Pobre, compuesta por volcanitas basandesíticas dispuestas en el sector centro-occidental de la comarca. Estas rocas afloran en suaves elevaciones, con formas de erosión redondeadas. Son rocas de color morado oscuro a negro en fractura fresca, con textura porfírica dada por fenos de plagioclasa y piroxeno en una matriz de plagioclasa, piroxeno y opacos (magnetita), con fluidalidad algo marcada. En general se presentan alteradas; la plagioclasa, parcialmente, a minerales del grupo de las arcillas o sericita y el piroxeno transformado en serpen-

tina, epidoto y clorita. Frecuentemente están afectadas por diaclasas manchadas de óxidos de hierro.

Análisis químicos por elementos mayores y trazas indican que son rocas de medio a alto potasio, con contenidos en sílice entre 59 y 61,5 %, correspondiendo, según el cuadro clasificatorio TAS a andesitas y traquianandesitas (Figura 3) con afinidad calcoalcalina.

Por encima de estas rocas básicas se localiza el Grupo Bahía Laura, representado por sus dos formaciones, Chon Aike y La Matilde. La primera está integrada principalmente por ignimbritas de composición riolítica, asociadas con tobas de caída, tufitas y bancos de aglomerados piroclásticos. Esta unidad presenta una amplia distribución areal en la región estudiada, y la mayoría de las estructuras mineralizadas se alojan en esta formación [Schalamuk et al., 1994]. Los afloramientos son masivos, de colores rosados a rojizos y, en general, están conformados por una roca homogénea de textura porfírica con fenos de cuarzo con engolfamientos,

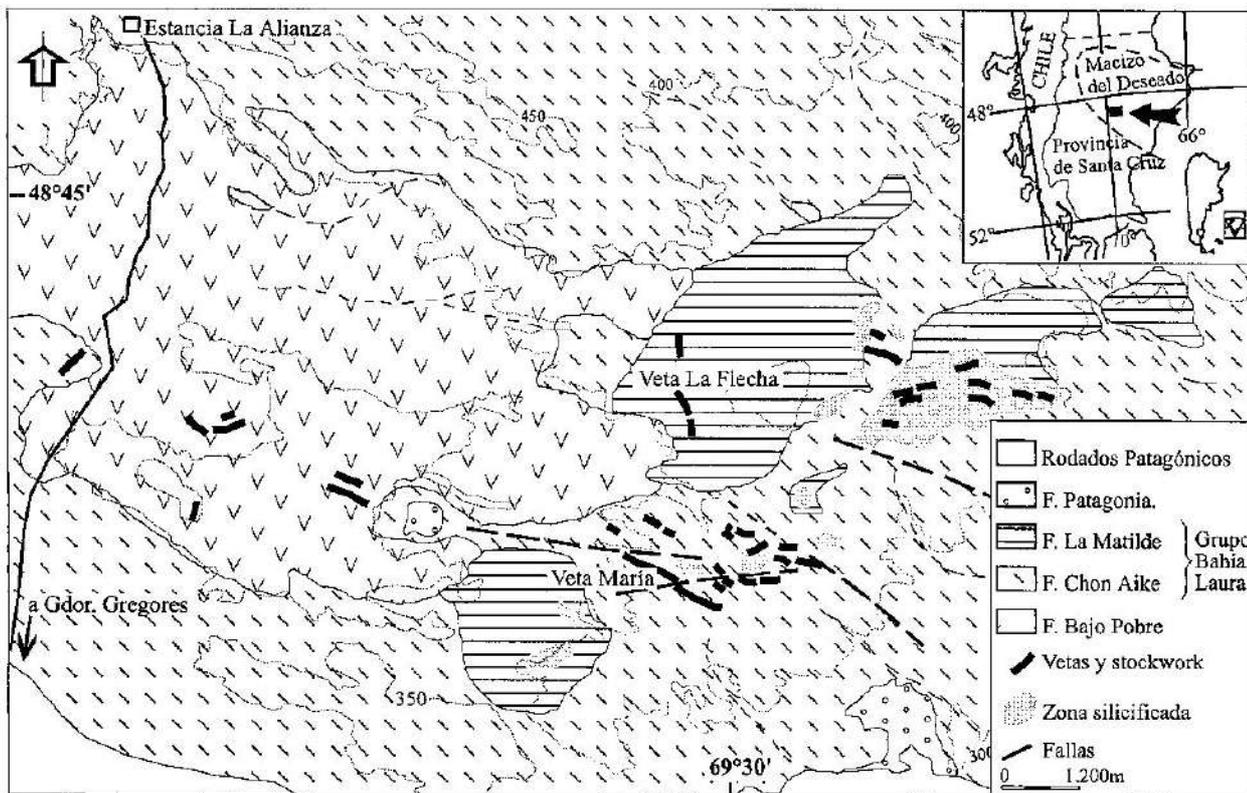


Fig. 2: Mapa geológico del yacimiento Manantial Espejo.

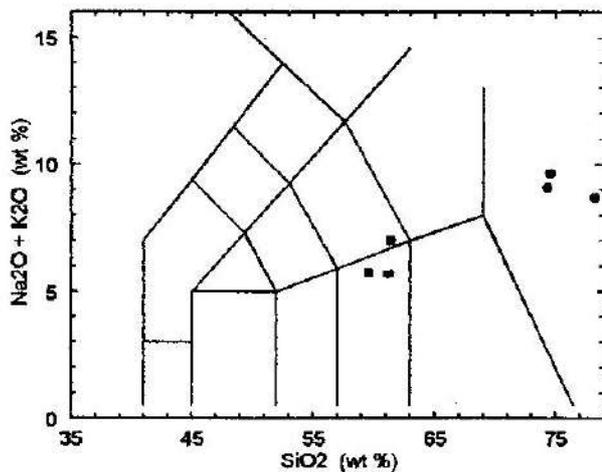


Fig. 3: Diagrama clasificatorio TAS. En círculo las ignimbritas de Chon Aike, en cuadrados, las andesitas de Bajo Pobre.

sanidina en individuos en general límpidos, plagioclasa parcialmente alterada a sericita y vidrio. La pasta, microfelsítica y en parte axiolítica, esta compuesta por una masa cuarzo-feldespática de grano fino y otros individuos radiados producto de desvitrificación.

A unos 600 m al este de Veta La Flecha aflora un cuerpo dómico de pequeñas dimensiones y composición riolítica, con fluidalidad manifiesta. Se relevó una brecha, que rodea a este bajo, compuesta por clastos subredondeados de roca muy alterada.

Geoquímicamente corresponden a riolitas (Figura 3) con contenidos de sílice de hasta 79 %, y al igual que la rocas de la F. Bajo Pobre, altos tenores de potasio (de 6,5 a 9,5 %).

En el área situada al SSO de veta "María" y en la parte centro oriental de la comarca suprayacen a las formaciones anteriores, bancos interestratificados de tobas finas con niveles silíceos de sinter pertenientes a la F. La Matilde. Estos depósitos están cubiertos en parte por aglomerados volcánicos. En algunos sectores, estas rocas están fuertemente silicificadas. Esta unidad presumiblemente pertenece a la misma edad que la anterior, ya que se la interpreta como una variación lateral y perteneciente a facies distales.

En el extremo sur de la zona estudia-

da afloran, en forma muy subordinada, sedimentos marinos de la F. Patagonia o Patagoniano [Zambrano y Urien, 1970] del Oligoceno superior. En niveles topográficos más bajos se localizan Depósitos Modernos.

Estructura

La estructura del distrito es sencilla, siendo el fallamiento el rasgo dominante. Las fallas son claramente reconocibles en la fotografía aérea e imagen satelital, aunque de difícil observación en el campo. La mayoría de ellas son fallas directas producto de una tectónica distensiva acaecida a fines del Jurásico que producen el estructuramiento en bloques. Este rasgo es característico del Macizo del Deseado y sería producto de la reactivación de fracturas regmáticas del basamento.

Las vetas de Manantial Espejo, en su mayoría están próximas a la dirección principal del sistema Bajo Grande (Figura 4), que aunque no esta claramente delimitado en el tiempo, habría comenzado a fines del Jurásico (fase Araucánica), extendiéndose hasta el Cretácico inferior, ya que afecta a sedimentos

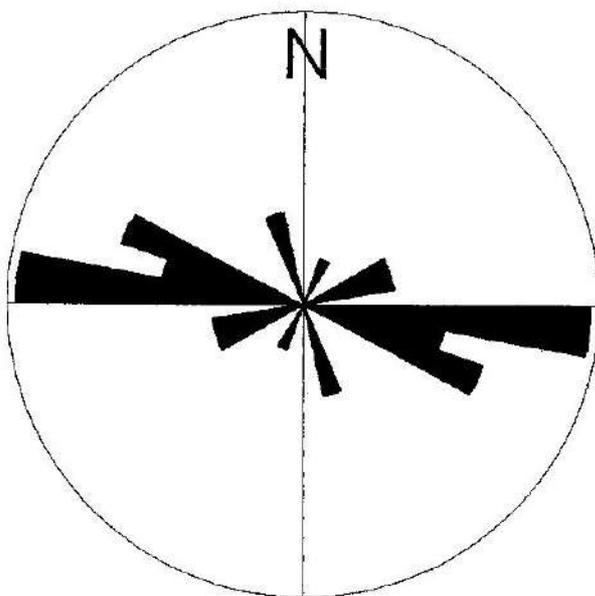


Fig. 4: Principales direcciones del sistema de vetas y venillas.

de la F. Bajo Grande de edad pre Barremiano-Aptiano y no así a la F. Baqueró de esta última edad.

Según Panza et al. [1997], estas direcciones principales habrían actuado, en algún momento de la historia geológica del área, como zonas de alivio tensional, controlando el emplazamiento de los filones de cuarzo correspondientes a los episodios póstumos del ciclo efusivo jurásico.

Estructuras mineralizadas

La mineralización auroargentífera se presenta a modo de: a- vetas de cuarzo con oro nativo, electrum y escasos sulfuros y sulfosales; b- stockworks; c- cuerpos silicificados y de reemplazo asociados a brechas y sinter silíceos.

El conjunto de fracturas ONO, controla la disposición general de las estructuras mineralizadas. Las vetas, que suman varios kilómetros de corrida, poseen potencias variables (algunos decímetros hasta varios me-

tros), y sobresalen en el terreno debido a erosión diferencial, alcanzando longitudes individuales de centenares de metros (con interrupciones) y han sido reconocidas hasta profundidades superiores a 150 m. Se disponen en un sistema de rumbo principal entre 90° y 110° y otros dos con valores próximos a 70° y 160°, e inclinaciones entre 50° y 80° S.

Presentan típicas estructuras bandeadas (Figura 5 y Lámina I a, b), compuestas de bandas paralelas de cuarzo de varias generaciones, de algunos milímetros a centímetros de espesor, escasamente anastomosadas, y de coloraciones blanquecinas, amarillentas, rosadas y grisáceas. Localmente se observan amatista, citrino, calcedonia y opalo rojizo-amarillento.

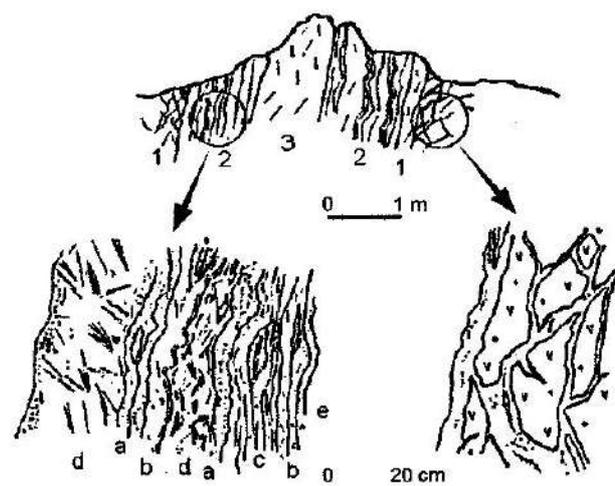
También se reconocen estructuras coliformes de sílice, compuestas por láminas concéntricas de SiO₂ de diferentes colores, en general manchadas por limonitas; y a veces otros sectores masivos de cuarzo sacaroide. Transversalmente al bandeamiento citado se observaron microfisuras ocupadas por pátinas de óxidos.

Por otra parte en una estructura de dirección 110° y buzamiento variable al S, continuación de la veta María hacia el E, se reconoció además de las mencionadas bandas, la presencia de estructuras brechosas, integradas por clastos irregulares de volcanitas, de distintos tamaños, cementados por cuarzo blanco (con geodas donde se desarrollan cristales idiomorfos de cuarzo de hasta 2 cm de longitud) y ópalo rojizo.

Intercrecida con el cuarzo se presenta adularia, mineral de ganga distintivo para la tipología de depósitos epitermales.

En los filones también se reconocen espacios abiertos, geodas y drusas, que se combinan con la sílice y conforman otras texturas y estructuras menos habituales.

En veta María, según Dubé [1997], se registran alternancias de segmentos con orientaciones preferenciales de 130° y 110°-115°. Los segmentos de 130° muestran un bandeado con texturas coliformes y altos contenidos en oro (Tabla I); mientras las secciones de 110°-115° registran mayormente cuarzo masivo y escasas texturas coliformes, con contenidos mayores de plata respecto a oro en relación al segmento 130° y mayores valo-



- 1- Stockwork, 2- Cuarzo bandeado, 3- Cuarzo masivo
- a- Cuarzo grisáceo de grano fino
- b- Cuarzo blanco grisáceo con finas bandas de adularia rosadas a amarillentas.
- c- Bandas finas de cuarzo, grises y amarillentas
- d- Cuarzo blanco grisáceo de grano grueso con estructuras de reemplazo de baritina
- e- Geodas y drusas con cuarzo en peine

Fig. 5: Esquema de la distribución de las distintas texturas de sílice. Veta María.

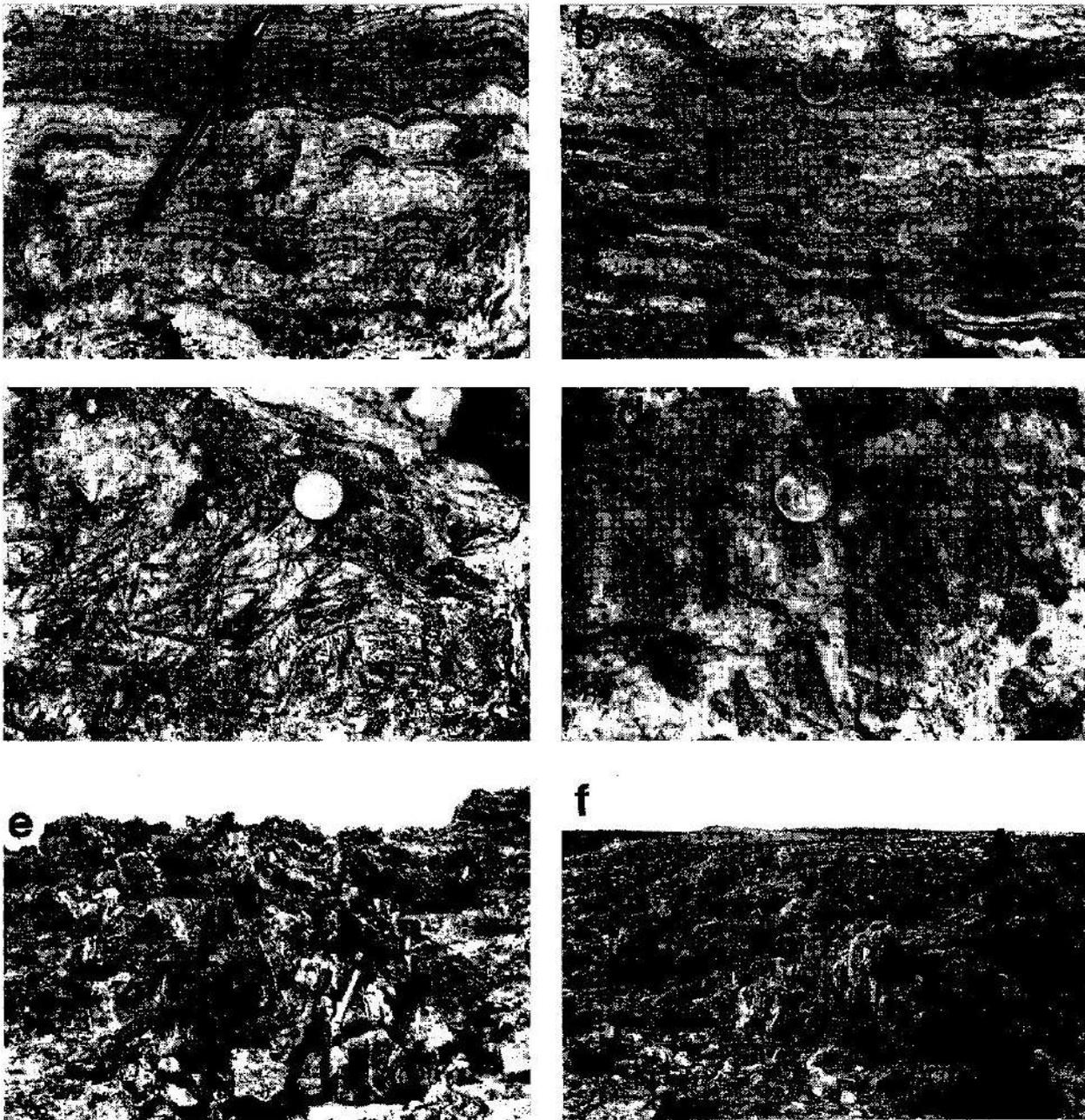


Lámina I: a, b) Típica textura de cuarzo bandeada. Veta María. c) Vista de sector marginal de Veta María, con cuarzo, baritina, calcita y fibras de truscotita reemplazada por sílice. d) Hastial de Veta María con desarrollo de brecha y stockwork. e, f) Vistas de un sector de stockwork María.

res en arsénico. Se reconocen varios clavos ricos en Au-Ag, con posiciones preferentemente verticales, vinculados a procesos de cizallamiento. Se señala que la veta María presenta una relación $Ag/Au \geq 40/1$, por lo que se puede considerar como un depósito de plata-

oro.

En general la presencia de "boxworks" es escasa; sin embargo en el filón "Flecha" son comunes, reconociéndose limonitas, hematita especular y óxidos de manganeso de hábito botroidal como minerales asociados. En esta

última estructura se identificaron además sulfuros, como galena, esfalerita, argentita y arsenopirita.

Son frecuentes las texturas de reemplazo de minerales de hábito tabular, baritina y calcita y fibrosos, truscotita, por cuarzo (Lámina I c). La baritina se presenta en algunas venas de la zona, particularmente en el sector occidental de la comarca. Se trata de pequeños filones de rumbo 150°/subverticales, con potencias inferiores a 50 centímetros y emplazados en la F. Bajo Pobre. Estas vetas son cortadas y reemplazadas parcialmente por otras de dirección E-O, rellenas por cuarzo. Asimismo en un sector próximo a la veta Candelaria (Ea. La Alianza) también se identificaron reemplazos según calcita.

Megascópicamente se reconoció en estas estructuras la presencia de pirita, escasa calcopirita y oxidados ("limonitas") asociados a la sílice.

En las zonas próximas a estas estructuras se identificaron como principales alteraciones: silicificación, argilitización y sericitización. Los minerales reconocidos por difracción de rayos X fueron caolinita e impurezas de esmectita e illita, asociados a cuarzo y/o tridimita.

Los stockworks se presentan acompañando las zonas de contacto de las vetas con la roca de caja (Lámina I d), o bien en forma aislada cubriendo áreas de 30 a 40 m de ancho por 200 m de largo (como por ejemplo en stockwork "María", Lámina I e f). Consisten en una serie de venillas de unos pocos milímetros hasta 20-30 centímetros de espesor, si bien a veces se entrecruzan, generalmente se disponen en forma más o menos paralela a la dirección 90°-100° e inclinaciones variables al sur. Se emplazan en la toba de flujo de composición riolítica, y entre las venas suele existir una separación de unos pocos milímetros a algunos decímetros de roca. La toba se presenta comúnmente silicificada y alterada a minerales de las arcillas. Estas venillas están compuestas por cuarzo sacaroide, blanquecino y homogéneo. Es común la presencia de espacios, en la parte central de las venillas, con cristales idiomorfos de cuarzo.

A unos 3 km al NE del sector de veta María aflora un manto de aglomerado volcánico silicificado que cubre un área de aproxi-

madamente 230 hectáreas. Dentro de este manto de posición subhorizontal, sobresalen varios crestones (de entre 5 y 10 metros de altura) alineados en dirección ENE e inclinación al sur, compuestos por una brecha integrada por clastos subredondeados a angulosos de sílice opalina (cuarzo, tridimita de baja temperatura y ópalo) cementados por una matriz rojiza de ópalo con abundantes granos de opacos, posiblemente óxidos de hierro. Lateralmente pasa a una variedad más fresca donde se reconoce la composición original de los clastos: riolita y trozos de brecha, en una matriz cuarzosa y un material ferruginoso muy fino. En base a algunas muestras preliminares, obtenidas por los autores de este trabajo, los sectores anómalos en oro estarían limitados a los cuerpos de material brechoso.

Mineralogía

Los estudios microscópicos realizados en probetas pulidas y secciones delgadas, difracción de rayos X y microsonda electrónica, han permitido definir una asociación mineralógica compuesta esencialmente por metales preciosos acompañados por pirita, pequeños contenidos de sulfuros de metales base y sulfosales.

Entre los minerales metálicos primarios se identificaron: oro, electrum, galena, esfalerita, pirita, calcopirita, arsenopirita, tetraedrita, pirargirita, freibergita, stromeyerita, uytenbogaardtita y argentita (Lámina II y Tabla II). Las especies supergénicas reconocidas son: covelina, calcosina y acantita, y entre los de oxidación, abundante "limonita" (esencialmente producto de oxidación de pirita) y óxidos de cobre (especialmente malaquita).

Los minerales transparentes, que constituyen la ganga, están representados por las distintas variedades de sílice (cuarzo, calcedonia, amatista y ópalo), que conforman la mayor parte de las estructuras, así como baritina y calcita, ambas reemplazadas por cuarzo y adularia. Según Browne [1978] la presencia de esta última especie en venas de sistemas geotermales es un indicador de ebullición en los mismos.

Ametrano y Echeveste [1996] realizan una caracterización de la adularia de veta

Tabla I

Trinchera 07, Sección 500 W

N° muestra	Potencia (m)	Au g/t	Ag g/t	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Sb ppm	Hg ppm
1	0,71	0,15	69,10	7,00	57	581	27	132	17	550
2	0,90	0,30	34,70	7,00	31	757	17	149	17	705
3	1,02	0,05	12,10	1,00	7	821	8	56	4	200
4	0,97	0,09	10,30	1,00	4	413	7	20	5	150
5	1,04	0,19	73,40	4,00	20	442	28	55	6	510
6	0,98	0,11	24,80	2,00	5	324	12	15	5	415
7	1,01	0,18	22,40	1,00	5	417	39	40	3	335
8	0,99	0,68	124,30	6,00	66	952	119	94	9	1040
9	0,93	0,66	80,20	25,00	70	392	55	55	14	605
10	0,94	3,56	308,40	14,00	271	2596	150	140	33	1665
11	1,00	177,50	624,90	9,00	256	2106	117	268	71	485
12	1,01	1,36	23,40	6,00	80	1269	87	83	13	570
13	0,98	1,99	99,20	5,00	36	1376	38	186	16	975
14	1,18	12,01	46,40	5,00	21	969	28	43	8	290
15	0,80	7,61	47,50	11,00	44	928	25	234	18	480
16	1,02	1,06	82,00	25,00	21	1242	33	244	19	1155
17	0,95	0,40	18,80	6,00	16	1139	39	56	6	520
18	0,96	0,57	5,00	2,00	12	465	22	29	4	220
19	1,02	0,88	94,90	4,00	41	513	55,3	35	6	N/A
20	0,58	156,23	284,10	24,00	285	1810	76,6	227	198	N/A
21	0,48	4,84	288,10	21,00	96,9	601	31,8	188	35	N/A
22	1,22	1,34	98,10	14,00	9,90	359	18,5	146	11	N/A

Análisis geoquímico del segmento 130° de Veta María, Manantial Espejo (de Pedro Vera, Triton) extraída de Dubé, 1997.

Continuación Tabla I

Trinchera 13, Sección 450 W

N° muestra	Potencia (m)	Au g/t	Ag g/t	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Sb ppm	Hg ppm
1	0,98	0,14	4,80	24,00	94	630	51	230	21	205
2	1,01	0,48	5,30	31,00	99	1598	92	960	39	460
3	0,92	0,18	4,40	23,00	87	758	69	417	25	380
4	1,01	0,42	15,90	23,00	97	1801	87	1072	40	695
5	0,60	0,32	5,10	17,00	76	2630	61	1586	49	355
6	1,04	0,51	12,80	32,00	111	3882	129	2410	118	750
7	0,46	0,84	7,70	33,00	163	2130	134	1193	72	665
8	0,87	0,22	3,60	13,00	118	1866	77	353	41	195
9	0,39	0,31	7,30	4,00	48	1271	30	233	15	595
10	1,06	0,33	51,80	9,00	45	214	27	30	8	1040
11	1,06	0,20	39,90	6,00	46	131	24	14	6	480
12	0,60	0,44	26,50	5,00	22	97	17	17	3	205
13	1,00	0,28	31,50	7,00	27	153	8	30	6	330
14	0,98	0,25	14,60	5,00	90	123	14	13	7	285
15	0,96	0,32	26,80	5,00	95	123	12	15	7	290

Análisis geoquímico del segmento 110-115° de Veta María.

María, diferenciando dos variedades, una tabular y otra rómbica, de menor tamaño. Asimismo efectúan un análisis de su estado estructural en relación con la mineralización aurífera. El tipo tabular se presenta en individuos de hasta 2 mm, asociada y constituyendo capas con la sílice. Posee coloración rosada y microscópicamente desarrolla una incipiente alteración sericítica. La otra variedad aparece en granos idiomorfos aislados (típicas secciones rómbicas, Lámina II a), de hasta 200 micrones. La adularia tabular es la que se forma en primer lugar y se dispone hacia los hastiales de la veta, y su estado estructural es relativamente desordenado. La rómbica corresponde a los últimos eventos del sistema termal y no fue estudiada en cuanto a su ordenamiento, debido a su pequeño tamaño. De acuerdo a los autores citados precedentemente, el feldespato tabular de Manantial Espejo muestra un escaso orden Al/Si, que resulta indicador de un crecimiento rápido en condiciones de supersaturación, como respuesta a cambios bruscos de presión y temperatura durante fenómenos de ebullición.

Se ha identificado ocasionalmente un mineral fibrorradiado, en fibras delgadas, en gran parte reemplazadas por sílice que se caracterizó en base a estudios microscópicos y análisis con microsonda electrónica, como truscottita $[\text{Ca}_7\text{Si}_{12}\text{O}_{29}(\text{OH})_4\text{H}_2\text{O}]$. Esta fase mineral es una variedad de silicato de calcio hidratado cuya formación es rara, y sólo se menciona para algunos yacimientos epitermales de Au. Izawa y Yamashita [1995] señalan para el yacimiento de Hishikari (Japón) la presencia de truscottita que se genera a partir de la adición del Ca^{++} en los fluidos silíceos, posiblemente como consecuencia de la reacción de los fluidos hidrotermales con fragmentos de la roca de caja.

El oro se presenta disseminado y en pequeñas fisuras, especialmente en cuarzo gris (de las últimas generaciones) y suele alojarse en boxworks de pirita. Se lo observa en granos irregulares, en escamas, con formas arborescentes, y, también en granos subredondeados, frecuentemente con marcada zonación, de tonos amarillos más intensos hacia los bordes, que se corresponde con un mayor grado de pureza. Las determinaciones puntuales con microsonda electrónica indican con-

tenidos de oro más elevado en los bordes de grano (hasta 99% de Au), mientras en las porciones centrales e intermedias se incrementa el contenido de plata.

Esta zonación parece deberse a un enriquecimiento en oro a partir de la removilización de la plata por procesos secundarios que daría lugar a la formación de acantita (SAg_2) por procesos supergénicos. El tamaño de los individuos de oro, es muy variable, oscilando normalmente entre 5 y 250 μm , si bien son más frecuentes los tamaños de 70 a 125 micrones.

El electrum es bastante frecuente en granos alotriomorfos y también en individuos subredondeados, es común observarlos asociados a granos de oro de gran pureza alojados en cuarzo y en boxworks de pirita. Solo ocasionalmente se presentan zonados, sus tamaños oscilan entre 50 y 150 micrones.

El contenido de los sulfuros se incrementa en profundidad (Veta María). Sin embargo, ese aumento no es significativo. Las mayores concentraciones de galena y esfalerita identificadas en superficie se observaron en Veta La Flecha.

La pirita es el sulfuro más abundante, en gran parte oxidado y transformado parcialmente en "limonita". Se presenta en todos los sectores mineralizados. Se la observa en distintas generaciones de cuarzo, en las venillas de las salbandas y hastiales de las vetas; observándose fuertemente disseminada en las rocas de caja en fajas de varios metros de ancho, paralelas a las estructuras vetiformes. Se observan mayormente en individuos euhedrales a subeuhedrales, de tamaño mediano a fino. En algunos individuos se identifican pequeñas inclusiones de oro y raramente de argentita y calcopirita.

La esfalerita como relleno de cavidades, se encuentra asociada a galena; ambas se presentan disseminadas y en venillas incluidas en cuarzo de las últimas generaciones. La esfalerita algunas veces muestra formas euhedrales, presenta inclusiones de calcopirita en forma de gotas, frecuentemente alineadas paralelamente a direcciones cristalográficas o a los límites de granos. También suele registrar raramente inclusiones de oro nativo.

La galena se presenta en masas irregulares y muestra pequeñas inclusiones de

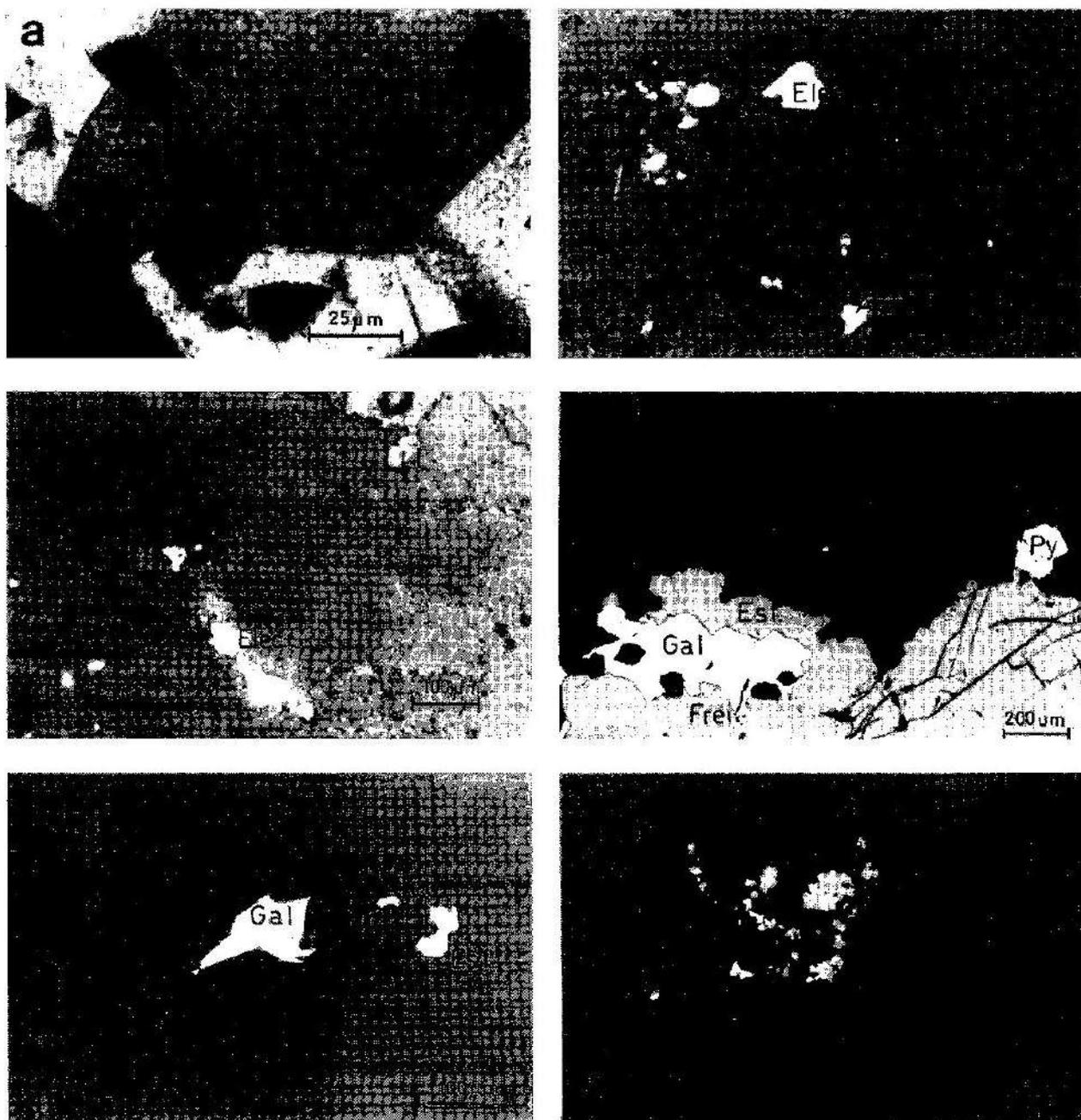


Lámina II: Microfotografías de secciones pulidas y delgadas. a) Adularia rómbica en cuarzo. Nicoles cruzados. b) Sección pulida con oro (Au) y electrum (Elec) diseminados en cuarzo. c) Sección pulida con oro (Au), electrum (Elec) y "limonita" (Li). d) Sección pulida con galena (Gal); pirita (Py), esfalerita (Esf) y freibergita (Frei), en cuarzo. e) Sección pulida con galena (Gal); esfalerita (Esf) y tetradrita (Tet). f) Galena (Gal); esfalerita (Esf); tetradrita (Tet) y argentita (Ar) en cuarzo.

pirargirita, polibasita, freibergita y stromeyerita. Estas sulfosales también se presentan en pequeñas venillas, rellenando fisuras en cuarzo.

La calcopirita se halla en escasa proporción en venillas, asociada a tetradrita, en

forma diseminada y asociada a esfalerita como inclusiones dentro de ella. Normalmente la calcopirita en venillas se la observa alterada parcialmente a calcosina y covelina. La arsenopirita es escasa, se presenta diseminada en cuarzo, en cristales pequeños idiomorfos.

Tabla II

Mineral	n° de análisis	Cu % en peso	Fe % en peso	As % en peso	Sb % en peso	Ag % en peso	Zn % en peso	Pb % en peso	Bi % en peso	Te % en peso	Au % en peso	S % en peso	Total
Calcopirita	10												
Valor prom.		34,4	30,15	0,65		0,02	0,03			0,01	0,07	35,4	99,79
Esfalerita	10												
Valor prom.		0,32	8,3	0,02	0,02	0,15	58,22		0,03		0,12	32,88	100,08
Galena	5												
Valor prom.					0,32	0,25		86,05	0,16	0,11	0,06	13,46	100,52
Arsenopirita	5												
Valor prom.		0,1	33,86	38,65	2,35	0,22	0,05				0,08	24,1	99,46
Pirita	10												
Valor prom.		0,12	47,03	0,05							0,19	53,26	100,66
Freibergita	6												
Valor prom.		14,86	3,08	0,34	26,42	30,88	2,16			0,18	0,14	20,16	98,27
Pirargirita	4												
Valor prom.				0,42	21,23	61,82					0,06	16,68	100,21
Polibasita	4												
Valor prom.		0,18	0,08	0,09	16,42	68,89	0,11					13,54	99,37
Stromeyerita	3												
Valor prom.		31,28	0,68	0,14	0,09	52,48					0,05	14,85	99,57
Tetraedrita	4												
Valor prom.		41,38	1,55	1,43	27,45	0,09	1,92	0,21				25,36	99,39
Acantita	5												
Valor prom.		0,62	0,35		0,12	85,89					0,32	12,76	100,06
Uytenbogaardtita	4												
Valor prom.		1,37		0,08	0,08	56,65					29,55	11,75	99,48
Oro	20												
Valor prom.		0,32	0,01	0,05	0,12	3,98			0,25	0,05	94,85		99,63
Electrum	10												
Valor prom.		0,3		0,06	0,03	31,28			0,15	0,07	68,45		100,08

Análisis con microsonda electrónica de muestras de superficie y de sondeos de Veta María.

La argentita se halla en pequeños individuos irregulares, diseminada en cuarzo gris, asociada a oro, electrum y "limonitas" y, también, en venillas junto a tetraedrita. Los individuos alojados en limonitas, producto de alteración de pirita, corresponden a la variedad acantita, originada probablemente por removilización de plata a partir de partículas de electrum.

Dentro del conjunto de minerales analizados mediante microsonda electrónica (Tabla II) y microscopio de reflexión, se identificó uytenbogaardtita (Ag_3AuS_2). Se lo observa en pequeños individuos irregulares de 50 a 100 μm , asociado a acantita y "limonita" en ocasiones a pirita y calcopirita. Se lo distin-

gue por su coloración blanco-amarillento y un fino maclado polisintético. Esta especie es rara a nivel mundial, descrita por Barton et al. [1978] en depósitos de Comstock Lode, Nevada (EEUU) y más recientemente por Castor y Sjoberg [1993] en el distrito de Bullfrong, Nevada. Esta especie es bastante frecuente en el yacimiento Cerro Vanguardia, se presenta en individuos desarrollados y en asociación similar a veta María. De acuerdo a los autores mencionados, se trata de un típico mineral epitermal, formado en rangos de baja temperatura.

Magnetita y hematita son otros de los minerales primarios reconocidos en el depósito. La magnetita se la observa esporádica-

mente en cristales irregulares y de reducido tamaño (1 a 2 milímetros) intercrecida en cuarzo, adularia y sericita. La hematita también se presenta con distribución restringida, preferentemente en individuos de formas tabulares, algunos de aspecto lamelar.

Composición química de los minerales de mena identificados

Todos los minerales mencionados precedentemente han sido investigados en su composición química por medio de una microsonda electrónica Cameca X50 del Laboratorio de microscopía electrónica de la Universidad Federal de Río Grande do Sul, Brasil. Las mediciones microanalíticas fueron realizadas bajo las siguientes condiciones: Aceleración de corriente 20kv, Intensidad 20 mA; Au L α ; As L α ; Te L α ; Bi L α (LiF); Pb L α ; Cu L α ; Zn L α ; Fe L α (PET); S Cd (sintético); standards: oro y acantita, SZn (sintético).

Los programas operativos utilizados fueron CALIB (Calibraciones standards), DECLAR (Condiciones analíticas) y CUANTI (Análisis cuantitativos). Los resultados obtenidos se reproducen en la Tabla II, con valores porcentuales en peso, en base al promedio de varios análisis puntuales en diferentes individuos examinados.

Alteración hidrotermal

Los procesos de alteración se encuentran circunscriptos preferentemente en torno a las estructuras mineralizadas. La excepción la constituye la silicificación, la cual se encuentra en distintas áreas del yacimiento representada por cuarzo, tridimita, cristobalita, calcedonia y ópalo. Esa silicificación, que se desarrolla a partir del contacto con las vetas cuarcíferas, se caracteriza por la incorporación de cuarzo como venillas reemplazando a la base de grano fino de las rocas encajantes.

La sericitización y argilización (illita-caolinita) se restringe especialmente a las zonas con estructuras mineralizadas, en fajas que contienen a las mismas, pasando transicionalmente a la alteración propilitica. Los fenocristales de plagioclasa aún conservan su individualidad, se encuentran parcialmente alteradas a sericita a partir de fractu-

ras y planos de maclas, son frecuentes los parches de sericita y también los crecimientos esferulíticos, la presencia de caolinización es esporádica, solo raramente como finas venillas que reemplazan a feldespatos potásico.

Se observa adularización en torno de las estructuras vetiformes, este feldespato alcalino, se desarrolla sobre las plagioclasas en individuos euhedrales a anhedrales. Tal como se señala en otro apartado la adularización es también común en las zonas centrales de las estructuras mineralizadas.

La cloritización (propilitización) se presenta en halos difusos donde se preserva totalmente la textura original, dado que la alteración se encuentra restringida parcialmente a los fenocristales; se desarrolla preferentemente en zonas contiguas a las fajas sericitizadas.

Análisis de inclusiones fluidas de Veta María y Sinter Brechado

Los estudios realizados en Veta María se llevaron a cabo en cuarzo de varias generaciones y en esfalerita [Schalamuk et al., 1995 y Ríos et al., 1998]. Los cristales de cuarzo de primera generación presentes en las paredes, son poco frecuentes y no muestran líneas de crecimiento ni inclusiones fluidas primarias, solo se registran inclusiones de materiales fundidos. Los cristales de cuarzo de las generaciones más jóvenes, que constituyen la estructura principal del filón, son euhedrales con bordes rectos y muestran líneas de crecimiento e inclusiones primarias. Predominan las inclusiones bifásicas (líquido y vapor) y monofásicas (líquido acuoso o vapor de agua), también trifásicas y raramente multifásicas. La fase sólida está poco representada.

La esfalerita, en cristales de hasta 2 mm, ocupa espacios libres entre cristales de cuarzo, y contiene inclusiones de calcopirita, pirita y cuarzo. Las inclusiones fluidas son preponderantemente bifásicas, aunque se constató la presencia de monofásicas (líquidas) y trifásicas.

Los estudios criométricos indican que los fluidos poseían baja salinidad con registros entre 0,35 y 6,54% equivalentes en peso

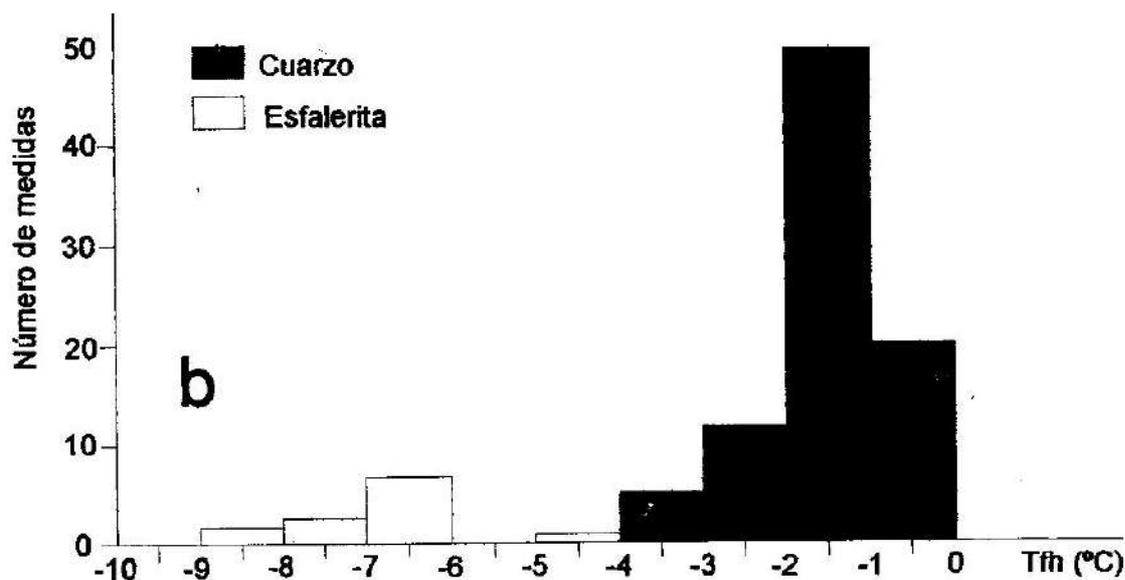
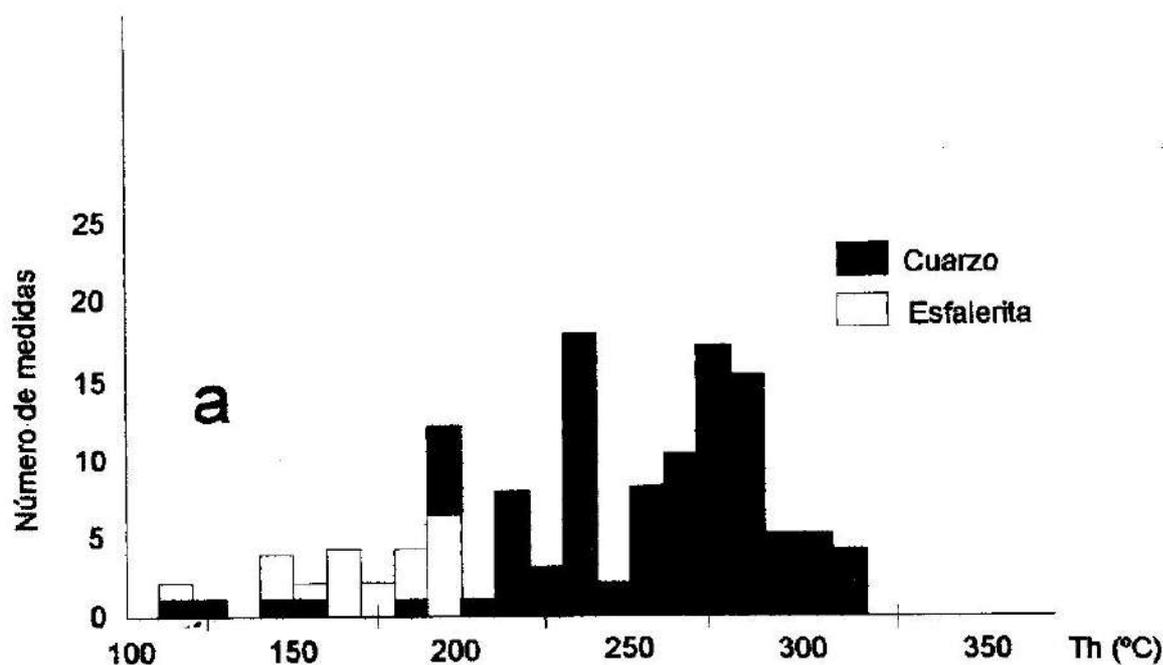


Fig. 6: a) Histograma de Temperaturas de Homogeneización (Th) de las IF estudiadas en Veta María. b) Temperaturas de fusión de hielo (Tfh).

de Na Cl. Los análisis por microsonda Raman no determinaron presencia de fase carbónica. Las temperaturas de homogeneización (Th) en muestras de testigos hasta profundidades de 150 m [Rios et al., 1998], oscilan entre 180° y 320°C, con picos principales de 200°, 240° y 275°C (Figura 6 a y b). Estas temperaturas

son levemente superiores a las registradas en muestras de superficie, donde la mayor parte de los valores de homogeneización se ubican en el rango de 200° y 270°C. Las I.F. de los cristales de cuarzo de la pared de la veta homogeneizan, preferentemente, entre 260° y 320°C. Valores inferiores de Th (entre 180° y

230°C) fueron observados en las I.F. de los cristales de cuarzo tardíos del sector central de Veta María.

La microtermometría indica que las inclusiones fluidas primarias bifásicas de la esfalerita, homogeneizan a temperaturas entre 140° y 197°C (en fase líquida). La fusión final del hielo (Tfh), muestra salinidades altas, con valores máximos equivalentes a 12,28 en peso de Na Cl (Figura 6 a y b).

La temperatura del punto eutéctico del sistema salino de los fluidos fue estimada entre -52° y -48°C. Estos valores determinan que las soluciones contienen iones Na⁺, Ca⁺⁺ y probablemente Mg⁺⁺. Las paleotemperaturas obtenidas en Veta María evidencian que los fluidos (observados en las distintas generaciones de cuarzo), se desplazaron desde el sector centro-oeste del filón hacia el sector este. Se verificó también [Ríos et al., 1998], que el gradiente termal de paleotemperaturas aumenta en profundidad, a razón de 50°C cada 100-150 metros.

Las determinaciones microtermométricas, y las observaciones petrográficas y mineralógicas, destacan que hubo varios pulsos de silicificación, que dieron lugar a las características texturas de la veta. Se puede aseverar que durante este proceso la composición del fluido acuo-salino permaneció constante con precipitación sucesiva de minerales de cuarzo a temperaturas progresivamente decrecientes.

El cuerpo de sinter brechoide de Manantial Espejo presenta microvetas que poseen fluidos de composición semejante a los de Veta María, con temperaturas de homogeneización de 140°C a 260°C, predominando un pico de 180°C y salinidades menores de 6% en peso equivalente en Na Cl. El sinter laminar muestra escasas inclusiones fluidas, con temperaturas de homogeneización que oscilan entre 80° y 100°C.

Geoquímica de isótopos estables (oxígeno y azufre)

Las mediciones isotópicas ($\delta^{18}\text{O}$) de cinco muestras de cuarzo de Veta María y de dos muestras del sinter brechado, indican los siguientes rangos: +8,8 a +12,7 $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ para el cuarzo de veta y de +18,2 a +19,3 $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$

para las muestras de sílice laminar del sinter de la zona de brecha. Determinaciones de Veta María indicadas por Ríos (com. personal), muestran valores $\delta^{18}\text{O}$ de cuarzo con rangos de +10,5 a +15,7; los valores mayores corresponden a cuarzos más jóvenes. Los respectivos cálculos isotópicos de los fluidos, de acuerdo con la ecuación de Friedman y O'Neil [1997] determina valores entre +0,6 y +2,8.

Los contenidos en $\delta^{18}\text{O}$ del cuarzo de las distintas generaciones de Veta María son algo superiores a los obtenidos por Echavarría [1997] en el depósito de El Dorado Monserrat y en vetas de Cerro Vanguardia.

No se cuenta con datos isotópicos de hidrógeno, sin embargo los valores de $\delta^{18}\text{O}$ calculados para el fluido, independientemente del valor de δD , indican que está alejado de la composición de los fluidos magmáticos y más próximo a una evolución a partir de aguas meteóricas, dado que en el proceso se van enriqueciendo en $\delta^{18}\text{O}$, por interacción con las rocas encajantes.

Las muestras de sinter arrojan valores en $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$, típicos de ambientes someros y de bajas temperaturas tal como lo señala Field y Fijarek [1985] para el área de Broadlands-Wairakei y Schalamuk et al. [1999] para el sinter de El Macanudo, en el Macizo del De-seado.

Determinaciones de isótopos de oxígeno y carbono en calcitas indican los siguientes valores promedio: $^{13}\text{C}_{(\text{PDB})}$ -8,3‰; $^{18}\text{O}_{(\text{PDB})}$ -26,4‰; $^{18}\text{O}_{(\text{SMOW})}$ -3,8‰.

En cuanto a los contenidos de $\delta^{34}\text{S}$ medidos en sulfuros (esfalerita, galena y pirita) de las Vetas María y La Flecha, se registran rangos entre 0,4 +/- 0,5 a 4,2 +/- 0,5 $\delta^{34}\text{S}$ (Figura 7), que son similares para los sulfuros de Tui (Nueva Zelanda), tal como lo reporta Robinson [1974] y para El Dorado Monserrat, según Echavarría [1997].

Podemos inferir en base a las mediciones isotópicas, que el azufre deriva de una fuente magmática, con escasa actividad supergénica, conclusión a que también arriba Echavarría [1997] para El Dorado Monserrat.

Edad de la mineralización

En relación a la edad de la mineralización, es dable señalar que Arribas et al.

- GENINI, A., 1988. Cerro Vanguardia, provincia de Santa Cruz, nuevo prospecto auro-argentífero. *Act. III Cong. Nac. de Geol. Econ.*, t.3: A97-A110.
- HARRINGTON, H.J., 1962. Paleogeographie development of South America. *Bull. American Assoc. of Petroleum-Geologist*, 46 (10): 1773-1814. Tulsa.
- HEALD, P., FOLEY, N.K. y HAYBA, D.D., 1987. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits: acid-sulfate and adularia sericite type. *Economic Geology*, 82: 1-26.
- HECHEM, J. y HOMOVC, J., 1985. Modelo de facies volcanoclástico y consideraciones estratigráficas para la Fm. Bajo Grande y el Grupo Bahía Laura, Jurásico superior - Cretácico inferior, provincia de Santa Cruz. *YPF (informe inédito)*.
- HEDENQUIST, J.W. y LOWENSTERN, 1994. The role of magmas in the formations of hydrothermal ore deposits. *Nature*, 370: 519-527.
- IZAWA, E. y YAMASHITA, M., 1995. Truscottite from the Hishikari mine, Kagoshina Prefecture. Japan. *Journal of the Society of Resource Geology*. Vol 45 (4) N° 252: 251-252.
- LESTA, P.J. y FERELLO, R., 1972. Región extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz. *En Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias: 601-654. Córdoba.
- PANKHURST, R., SRUOGA, P. y RAPELA, C., 1993a. Estudio geocronológico Rb/Sr de los Complejos Chon Aike y El Quemado a los 47°30' L.S. *Act. XII Cong. Geol. Arg.*, t.IV: 171-178.
- PANKHURST, R., RAPELA, C. y MÁRQUEZ, M., 1993b. Geocronología y Petrogénesis de los granitoides Jurásicos del NO del Macizo del Deseado. *Act. XII Cong. Geol. Arg.*, t.IV: 134-141.
- PANKHURST, R. y RAPELA, C., 1995. Production of Jurassic rhyolite by anatexis of the lower crust of patagonia. *Earth Planetary Science Letters*, 134: 23-36.
- PANZA, J., 1995. Hoja geológica 4969-II Tres Cerros escala 1:250.000, provincia de Santa Cruz. *Serv. Geol. Nac. Boletín* 213: 103 pp.
- PANZA, J., MARIN, G. y ZUBIA, M., 1997. Hoja geológica 4969-I Gobernador Gregores escala 1:250.000, provincia de Santa Cruz. *Serv. Geol. Nac. Boletín* 239.
- RIOS, J., VIEIRA ALVES, J., FUZIKAWA, K. y SCHALAMUK, I., 1998. Estudio de inclusiones fluidas en el distrito aurífero epitermal de Manantial Espejo, Santa Cruz, Argentina. *IV Reunión de Mineralogía y Metalogenia*. U.N.S. Bahía Blanca: 219-226.
- ROBINSON, B.W., 1974. The origin of mineralization at the Tui mine, Te Aroha: New Zealand, in the light of stable isotope studies. *Economic Geology*, v.69: 910-925.
- SCHALAMUK, I., ETCHEVERRY, R. y ECHEVESTE, H., 1994. Consideraciones geológicas y metalogénicas del área comprendida entre los 69°24' a 69°45' de longitud oeste y los 48°45' a 48°49' de latitud sur, provincia de Santa Cruz. Argentina. *Act. Intern. Miner. Meeting*, p.87-92. S.E.M.. Bs.As..
- SCHALAMUK, I., FERNÁNDEZ, R. y ETCHEVERRY, R., 1995. Gold-silver epithermal veins in the Macizo del Deseado, Argentina. *Mineral Deposits*, Balkema, Rotterdam, p.385-389.
- SCHALAMUK, I., RÍOS, F.J., FUZIKAWA, K. y PIMENTA, M.A., 1995. Fluid inclusion studies in epithermal auriferous quartz veins of Macizo del Deseado, Santa Cruz, Argentina. *XIII Ecofi, Vol. Esp. del Bolet. de la Soc. Española de Mineralogía* 18: 220-221. Barcelona.
- SCHALAMUK, I., DE BARRIO R., FERNANDEZ, R. y GUIDO D., 1999. Hot spring structures from El Macanudo-El Mirasol area, Deseado Massif, Argentina. *Mineral Deposits Processes to Processing*, Stanley et al. (eds.): 577-580. Balkema, Rotterdam.
- SCHALAMUK, I., ZUBÍA, M., GENINI, A. y FERNÁNDEZ, R., 1997. Jurassic epithermal Au-Ag deposits of Patagonia, Argentina. *Ore Geology Reviews*, 12: 173-186.
- SPALLETTI, L., IÑÍGUEZ, M. y MAZZONI, M., 1982. Edades radimétricas de piroclástitas y vulcanitas del Grupo Bahía Laura, Gran Bajo de San Julián, Santa Cruz. *A.G.A. Rev.*, t.XXXVII (4): 483-485. Buenos Aires.
- STIPANICIC, P. y REIG, A., 1957. El complejo porfírico de la Patagonia Extraandina y su fauna de anuros. *Act. Geol. Lilloana.*, 1: 185-297. Tucumán.
- STIPANICIC, P., TOUBES, R.O., SPIKERMANN, J.P. y HALPERN, M., 1971. Sobre la composición y edad de algunas plutonitas del nordeste de la provincia de Santa Cruz, Patagonia (República Argentina). *A.G.A. Rev.*, 26 (4): 459-467. Buenos Aires.
- TESSONE, M., DEL BLANCO, M. y MARCHIONNI, D., 1996. Mineralización epitermal de veta Speme, Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. *III Reunión de Mineralogía y Metalogenia*: 231-235.
- TESSONE, M., DEL BLANCO, M., MACAMBIRA,

- M. y ROLANDO, P., 1999. New radiometric ages of the Chon Aike and bajo Pobre Formations in the central zone of the Deseado Massif, Santa Cruz, Argentina. *II Simposio Sudamericano de Geología Isotópica, Actas, Carlos Paz*, 132-135.
- ULIANA, M., BIDDLE, K., PHELPS, D. y GUST, D., 1985. Significado del vulcanismo y extensión mesojurásicos en el extremo meridional de Sudamérica. *A.G.A. Rev.*, t.40 (3-4): 231-253. Buenos Aires.
- VARELA, R., PEZZUCHI, H., GENINI, A. y ZUBIA, M., 1991. Dataciones de rocas magmáticas en el Jurásico inferior del nordeste del Macizo del Deseado, Santa Cruz. *A.G.A. Rev.*, t.46 (3-4): 257-262. Buenos Aires.
- ZAMBRANO, J. y URIEN, C., 1970. Geological outline of the basins in Southern Argentina and their continuation of the atlantic Shore. *Journ. of Geophysical Research*, 75 (8): 1363-1396.

Manuscrito recibido en marzo de 1999.