

METALOGENIA DEL ORO EN ARGENTINA

Susana J. Segal (1) y Eduardo o Zappettini (1)

(1) Instituto de Geología y Recursos Minerales
Servicio Geológico Minero Argentino
Julio A. Roca 651 - 8° piso - sector 8
(1322) BUENOS AIRES - ARGENTINA

INTRODUCCION

Durante las últimas décadas la producción minera de oro ha crecido rápidamente, en especial en los países desarrollados con alta tecnología donde se realizan explotaciones de yacimientos que en otros tiempos se consideraban antieconómicos.

A pesar de las fluctuaciones y caída en el precio del oro en los últimos tiempos, América Latina y en especial la Argentina, aumentaron su producción de oro. En cuanto a los minerales elegidos para la exploración, la tendencia en América Latina es similar a la que se verifica a escala mundial: 55% para oro, 40% para metales básicos y otros 5%.

El arribo de empresas mineras extranjeras adquirió una notable significación para la minería en Argentina. Se ha desarrollado así un sector de importancia en la producción nacional y de fuerte impacto en las economías regionales.

Dos de los proyectos más importantes del país, Bajo de La Alumbraera (provincia de Catamarca) y Cerro Vanguardia (provincia de Santa Cruz) están relacionados específicamente con la minería del oro. La producción de oro en Argentina pasó con su puesta en marcha de 1,4 t en 1990 a 38,15 t en 1999 (datos de la Dirección de Economía Minera y Desarrollo, Subsecretaría de Industria, Comercio y Minería), ubicando a la Argentina como segundo productor de oro de América del Sur.

A los fines de un análisis regional de la distribución del oro en la Argentina, y en el marco de ejecución del Mapa Metalogenético de Argentina, se definieron cuatro provincias metalogénicas auríferas designadas: 1. Provincia Aurífera de Antofalla (PAA), 2. Provincia Aurífera Central (PAC), 3. Provincia Aurífera Nordpatagónica (PANP) y 4. Provincia Aurífera del Deseado (PAD). A continuación se describen sintéticamente los principales yacimientos involucrados clasificados de acuerdo a los modelos de depósitos a los que se adscriben.

PROVINCIAS METALOGÉNICAS AURIFERAS Y MODELOS DE DEPOSITOS ASOCIADOS

PROVINCIA AURÍFERA DE ANTOFALLA (PAA)

Corresponde al extremo de una provincia aurífera que, hacia el norte, se extiende en Bolivia y parcialmente en Chile. Comprende vetas auríferas asociadas a turbiditas, depósitos tipo pórfiro de Au y asociados, mineralizaciones epitermales de alta sulfuración y yacimientos aluvionales.

Vetas auríferas asociadas a turbiditas

Corresponden a vetas en “saddle reef”, o yacimientos tipo Bendigo. Están asociadas a secuencias turbidíticas en márgenes continentales o cuencas de retroarco afectadas por una o dos fases de deformación así como a depósitos de talud eopaleozoicos en Pampia

Mina Incahuasi

Se ubica en la provincia de Catamarca, en el borde suroeste del Salar del Hombre Muerto en la faja eruptiva de la Puna austral. La geología del área está representada por una secuencia sedimentaria marina ordovícica (Formación Falda Ciénega) que constituye la roca de caja del yacimiento.

Los sistemas de vetas y venas de cuarzo son pseudoconcordantes con las sedimentitas. La mineralización es de oro libre, escasa pirita, arsenopirita y calcopirita.

Según Navarro García y Rosello (1989) durante la Fase Oclóyica se generó una deformación tectónica en la región, se produjeron fenómenos locales de segregación magmática con deformación tardío – singenética que generó el cuarzo aurífero.

En el nivel V, 9.000 t de reservas positivas y probables (alta ley) dieron un promedio de 17 g/t Au (Chirila, 1951). Actualmente como reservas posibles se consideran las vetas ubicadas al oeste de las principales (vetas D y E, González, 1991) en donde se citan varios puntos con valores de 12 a 15 g/t.

Distrito Rinconada

El distrito se ubica en la sierra del mismo nombre en la provincia de Jujuy. Está constituida por una secuencia sedimentaria turbidítica integrada por sedimentos marinos leptometamorfizados de edad ordovícica. Esta secuencia ordovícica está intruida por escasos cuerpos subvolcánicos de composición dacítica de edad miocena.

Los depósitos primarios de la Sierra de Rinconada corresponden a vetas de cuarzo hidrotermal con mineralización de oro de edad ordovícica. Los procesos de deformación y metamorfismo incipiente que afectan a la secuencia sedimentaria corresponden a la orogenia oclóyica.

Las vetas con oro primario se localizan en algunas de las minas del distrito a manera de “saddle reef” en los ejes de los anticlinales y paralelas a la

secuencia sedimentaria. En otros depósitos del distrito las vetas con oro son concordantes y dispuestas en secuencias monoclinales.

La mena del distrito consiste en oro, electrum, abundante arsenopirita y pirita, moderada presencia de marcasita, galena, blenda, calcopirita y pirrotina. Los valores geoquímicos establecidos para la mineralización primaria alcanzan a 0,1g/ t (Daroca, 1975). El nivel ordovícico adyacente a las vetas es anómalo en Au, As, Cu y Pb. Las leyes en Au de las diversas vetas es muy variable. En la mina El torno el tenor de ley de Au fue de hasta 15 g/t, en mina Azules hasta 20 g/t; en San José de la Rinconada hasta 120 g/t y en Farillón hasta 150 g/t (Segal et al, 1997).

Pórfiros de Au (Ag ± Bi) y asociados

Corresponden a depósitos tipo stockwork, venillas, brechas y diatremas vinculados al arco magmático en zona de convergencia de placas. Están asociados al magmatismo de arco terciario.

Cerro Redondo

Se ubica en la provincia de Jujuy en Puna norte. Es un pórfiro aurífero cenozoico de composición dacítica implantado sobre basamento ordovícico en el sector este de la Sierra de Rinconada. La mena se depositó simultáneamente con el brechamiento, turmalinización y silicificación (Caffe y Coira,1999) definiendo pulsos de mineralización hipotética donde el oro está asociado a una serie de sulfuros de Fe, Cu, As, Bi y Ag.

Las leyes obtenidas varían entre 2 a 17 g/t Ag, 0,5 a 3 g/t Au, 0,5 a 5% de Pb+Zn y 0,6 a 2% de Cuy (Brito y Sureda, 1992).

Caldera Pairique

Durante el Mioceno superior se desarrollaron centros caldéricos en la región de la Puna . La caldera Pairique comenzó su actividad a los 11 Ma con emisiones lávicas dacíticas post – colapso. Los procesos de alteración hidrotermal y mineralización de Au y Sn y Bi arrojaron valores de 0,1 g/t, 200 a 500 ppm y 60 ppm respectivamente. En la zona central de la caldera se localizan lentes de cuarzo con diseminación de pirita y oro. También el oro se presenta en zonas silicificadas y en las dacitas post – colapso asociado a casiterita y minerales de bismuto (Coira,1999).

Depósitos epitermales de alta sulfuración

Las mineralizaciones están asociadas a magmatismo de arco de margen continental, representado por estratovolcanes construidos sobre plutones. El magmatismo de arco es terciario.

Diablillos

Está ubicado 260 km al SO de la ciudad de Salta. El área está disectada

por fallas que delimitan un graben ocupado por volcanitas y tobas de edad terciaria. En la región afloran granitoides paleozoicos y basamento metamórfico. La mineralización consiste en sectores portadores de oro y plata diseminados en zonas de alteración hidrotermal asociadas con fuentes termales, brechas y venas de sílice-goethita.

Se estima un potencial de más de 100 Mt y se detectó un recurso de 4,1 Mt métricas con 2,4 g/t de Au y 141 g/t Ag en 6.800 m de perforaciones.

Depósitos de placer

Corresponden a concentraciones de oro, localmente asociado a casiterita en depósitos aluviales y coluviales en ambiente orogénico.

Aluviones del Distrito Rinconada

El oro asociado a depósitos aluviales y coluviales de la Puna jujeña abarca la misma zona que los depósitos auríferos asociadas a turbiditas, de los cuales derivan.

El contenido de oro en los sedimentos es de 0,5 a 3 g /m³. Los volúmenes de los depósitos aluvionales individuales son inferiores a 1Mt y el de los depósitos eluviales inferior a 0,3 Mt.

Los valores de fineza del oro aluvional de Rinconada varían entre 940 y 960/1000 (Zappettini y Segal, 1999)

Se ha definido que las primeras concentraciones auríferas vinculadas con sedimentos aluviales son de edad terciaria (conglomerados de la Formación Peña Colorada). El retrabajo de los mismos habría generado los depósitos cuaternarios de interés económico. Los aluviones antiguos están integrados por conglomerados y arenas finas intercaladas con clastos de lutitas y cuarcitas ordovícicas con cuarzo subordinado. Los modernos se disponen principalmente como depósitos arenosos que conforman conos de deyección.

Es común la presencia de pepitas de hasta 20 g en el material eluvial, con registros históricos de hasta 7 kg de oro en masa individuales.

PROVINCIA AURÍFERA CENTRAL (PAC)

Corresponde a una provincia aurífera asociada a zonas de cizalla de edad neopaleozoica, a depósitos epitermales de alta sulfuración, a pórfiros cuproauríferos, a skarns auríferos y a depósitos aluviales cuaternarios.

Pórfiros de Cu-Au

Se asocian a un magmatismo de arco de tipo shoshonítico o calcoalcalino rico en K vinculado a riftogénesis o cuencas transtensionales en áreas cratónicas.

Mina Bajo de La Alumbra

Este yacimiento de cobre y oro está situado en la provincia de

Catamarca en el noroeste del territorio argentino.

Se han cubicado 767 Mt con 0,51% de Cu y 0,64 g/t de Au (Angera, 1999). Estos recursos permiten ubicar al yacimiento entre las 9 minas más grandes del mundo y una de las mayores productoras de Sudamérica.

Las instalaciones del proyecto están diseminadas en 1.000 km y abarcan tres provincias. La mina y el procesamiento se realiza en Catamarca, la planta de filtros en Tucumán y el Puerto en Santa Fe.

El depósito se localiza en el Complejo volcánico Farallón Negro del Mioceno medio a tardío, ubicado en las Sierras Pampeanas.

En el Complejo predominan rocas de naturaleza andesítica y está integrado por intercalaciones de brechas, coladas y lentes volcanoclásticas intruidas por cuerpos irregulares andesíticos.

Los cuerpos porfíricos dacíticos relacionados con la mineralización intruyen al Complejo volcánico. Estos cuerpos forman un stock principal y se extienden en las andesitas adyacentes. Existen varias unidades de pórfiros con mineralización de cobre y oro.

El depósito estuvo sujeto a un importante fallamiento posterior a la mineralización.

El control litológico y la alteración hidrotermal afecta a las dacitas intrusivas y andesitas está íntimamente relacionada con la mineralización. La mineralización de cobre y oro está asociada a la zona de alteración potásica.

Pórfiros de Cu-Mo (-Au)

Son mineralizaciones asociadas a stocks epizonales relacionados a un arco magmático en fajas orogénicas en zona de convergencia de placas. Se asocian con el magmatismo de arco paleozoico, cretácico y terciario.

Yacimiento Agua Rica

Ubicado en la provincia de Catamarca, es un sistema de pórfiro diseminado de Cu-Mo-Au al que parcialmente se superpuso un evento de mineralización epitermal de alta sulfuración con una fuerte alteración hidrotermal y un episodio final de enriquecimiento supergénico.

El yacimiento está emplazado en el ambiente morfoestructural de las Sierras Pampeanas Noroccidentales. En la región aflora un basamento metamórfico-ígneo Proterozoico superior-Paleozoico inferior sobre el que se depositó el Terciario superior constituido por un complejo sedimentario-volcánico con cuerpos subvolcánicos asociados.

En el Complejo Intrusivo Melcho formado por pórfiros fenoandesíticos y fenodacíticos, brechas ígneas y pórfiros riolíticos es donde se encuentra parte de la mineralización de cobre. En los pórfiros cuarzo-feldespáticos es donde está la mineralización principal primaria constituida por pirita, calcopirita, bornita, molibdenita y magnetita diseminadas. Una segunda generación de mineralización de tipo epitermal formada por pirita, covelina, bornita, enargita, molibdenita, galena, esfalerita y oro nativo se aloja en zonas de alteración fílica o arcillosa en la brecha hidrotermal.

La mineralización ocupa en sentido horizontal más de 15 km². Según Roco y Koukharsky (1999) el recurso geológico asciende a 802 Mt con leyes de 0,61% Cuy, 0,24 g/t Au, 3,17 g/t Ag y 0,035 % Mo basado en una ley de corte de cobre de 0,4 por ciento.

La presencia de una sobreimposición de la mineralización (telescoping) en Agua Rica es consecuencia de las interrelaciones espaciales y temporales que existen entre la mena diseminada y los minerales de origen epitermal.

La edad absoluta de la mineralización asociada a la alteración potásica arroja un valor de 5,10 Ma; la alteración arcillosa avanzada da un valor de 4,88 Ma.

Depósitos metasomáticos - Skarns auríferos

Están asociados al magmatismo de arco terciario relacionado a subducción y con vinculación espacial y genética con fajas de cobre porfírico.

Gualilán y Gualcamayo

El distrito Gualilán ubicado en la provincia de San Juan está constituido por depósitos de skarn en un área de 6 km² en la Sierra de Gualilán.

El total de reservas conocidas y producción suman 328.900 t métricas con una ley promedio de 10 g/t de Au, 80 g/t de Ag, 8% Zn y trazas de Pb y Cuy.

Las leyes de oro son variables y están controladas por, presencia de fallas posteriores a los pulsos de mineralización y, extensión de la zona de oxidación.

Los cuerpos de skarn son lenticulares y sus contactos con la caliza son netos. Los minerales de mena se encuentran asociados a un exoskarn cálcico.

El distrito Gualcamayo también situado en la provincia de San Juan, es un skarn magnesiano que se desarrolló en contacto con calizas ordovícicas y tiene mineralización de oro asociada a hierro, cobre-zinc y plomo y molibdeno.

La evolución de los estadios de la mineralización se asocia a la intrusión de un pórfiro tonalítico terciario en un ambiente de retroarco.

Los recursos de todo el distrito suman 700.000 t con una ley promedio de 5 g/t de Au (Logan, 1999). Existen zonas excepcionales en cuanto a valores de Au como área de oxidación con de 45 a 125 g/t Au y 1500 g/t de Ag

Las venillas portadoras de Au con Ag, Te y Bi se presentan en las cercanías del contacto skarn- caliza, en la periferia del sistema.

Depósitos epitermales de alta sulfuración

Regionalmente las mineralizaciones están asociadas a ambientes transtensionales y extensionales en arcos de margen continental con estratovolcanes construidos sobre plutones. El magmatismo de arco es paleozoico superior y terciario.

Las mineralizaciones se localizan en el Valle del Cura, San Juan, constituyendo un distrito aurífero de primera magnitud a nivel mundial. Incluye los proyectos Pascua (Chile) – Lama (Argentina) y Veladero (Argentina).

Se describe a continuación el último, como ejemplo de este tipo de mineralización.

Veladero

El proyecto Veladero está ubicado en la provincia de San Juan en el valle del Cura. Esta región del valle del Cura constituye la extensión en Argentina de la faja volcánica terciaria del Indio en Chile.

Es un depósito de alta sulfuración epitermal donde la mineralización de oro ocurre asociada a espacios abiertos dentro de estructuras alojadas en rocas silicificadas cerca del margen de la diatrema (Jones et al.) 1999).

La existencia de oro libre en óxidos y las recuperaciones obtenidas hasta la actualidad muestran expectativas auspiciosas para considerar esta zona como un importante metalotecto vinculado al magmatismo póstumo con asociaciones minerales que varían desde cobre y oro a cobre hasta llegar a presencia de molibdeno dependiendo del nivel estructural expuesto debido al levantamiento en bloques de las Sierras Pampeanas.

Los valores encontrados en el cuerpo mineralizado en 1997 fueron de 380.000 onzas de oro y 5 Moz Ag. Durante 1998 se infirieron reservas adicionales de 2 m oz Au y 69,5 M oz Ag.

Depósitos polimetálicos complejos ricos en oro

Son yacimientos asociados a un volcanismo bimodal o calcoalcalino de arco. Se relacionan a arcos de edad paleozoica superior a terciaria.

Farallón Negro – Alto de La Blenda

El distrito mineralizado se localiza en la concesión minera Yacimientos Mineros Agua de Dionisio en la provincia de Catamarca. Es el principal productos de oro vetiforme en Argentina. Los valores de alta ley en Au en el sector Veta Laboreo varían desde 5,4 g/t hasta 6,1 g/t con una cubicación en t de 209.503 a 479.286 t (Alderete, 1999).

Las reservas de alta ley comprobadas y no explotadas al año 1985 fueron: 279.891 t, con una ley de Au de 7,74 g/t y de Ag de 137,92 g/tonelada,

El depósito se emplaza en el Complejo Farallón Negro constituido de andesitas, basaltos y monzonitas. La roca donde se ubican los cuerpos mineralizados están propilitizadas. La mineralización se clasifica en : vetas de carbonato manganesífero con esfalerita, pirita, galena y calcopirita; vetas bandeadas de cuarzo y carbonato manganesífero- calcita con sulfuros y abundante presencia de oro nativo y electrum en cuarzo bandeado.

La alteración fílica vinculada con la mineralización se dató en $6,55 \pm 0,14$ millones de años (Sasso y Clark, 1999).

Distrito La Mejicana

Se ubica en el faldeo oriental del Nevado del Famatina, provincia de La Rioja

En el área del distrito participan las metamorfitas de la Formación Negro Peinado intruidas por el granito de la Formación Nuñorco. Durante el Plioceno se intruyeron cuerpos de dacitas y riódacitas de la Formación Mogote.

Las vetas portadoras de mineralización se ubican en las lutitas de la Formación Negro Peinado y tienen una mineralización constituida por enargita, famatinita, tetraedrita-tennantita, calcopirita, pirita con minerales accesorios como oro nativo, bornita, estannita y telururos de oro y plata como sylvanita, terrennerrita, petzita y hessita (Brodtkorb y Schalamuk, 1999).

Las dacitas de la Formación Mogote han sido datadas en $5,0 \pm 0,3$ Ma mientras que la alteración cuarzo – sericitica sería de $3,8 \pm 0,2$ millones de años.

Las leyes en las vetas son de 3,75% a 11,85% de Cuy, 20 g/t de oro y 150 g/t y 100 g/t de Ag.

Distrito El Oro

Este distrito también está ubicado en la provincia de La Rioja. Tiene una extensión norte- sur de 4 k y 2,5 k en sentido este -oeste.

La litología es la misma que la existente en el Distrito la Mejicana. Consta de 21 vetas portadoras de minerales de Fe, Cuy y Au.

Las reservas estimadas (Passarello et al. 1992) son de 200.000t con un recurso de 5,8 g/t de oro y 0,37% de cobre.

La mineralización está vinculada al magmatismo Plioceno de la Formación Mogote.

Au en zonas de cizalla

Los depósitos auríferos están asociados a zonas de cizalla en el terreno Pampia que se disponen en grandes corredores tectónicos postacrecionales.

Distrito Sierra de Las Minas y Ulapes

En la provincia central aurífera, y en particular en la provincia de La Rioja se desarrolló un arco magmático ordovícico asociado a la subducción de la corteza oceánica hacia el este. Esta subducción finaliza con la colisión de este terreno con el margen de Pampia . En este arco se produjo la depositación de una secuencia de rocas del tipo tonalitas, granodioritas y granitos a los que asocia el metalotecto de oro de estas Sierras (Ramos, 1996).

Las reservas de este distrito no tienen información suficiente y fehaciente pero en sectores como El Abra y San Isidro se extrajeron muestras con valores de hasta 10g/t de Au y 500 t con ley de 25 g/t de la mina Espinillo I (Cravero, 1999).

La mayoría de los depósitos se encuentran emplazados en migmatitas foliadas y son vetas de cuarzo de decenas a cientos de metros de longitud y lentes de hasta 30 m de longitud con mineralización de sulfuros y electrum en la zona primaria y oro grueso con solo 5% de Ag en la zona supergénica.

Las características tectónicas de la región, la morfología de los cuerpos mineralizados, la alteración hidrotermal asociada y los datos isotópicos

(muestras de sericita hidrotermal con valores de 390 millones de años datada por el método $40\text{Ar}/39\text{Ar}$) permitieron clasificar a los depósitos como auríferos mesotermiales relacionados a zonas de cizalla.

Distrito Candelaria y San Ignacio

Este distrito ubicado en la región norcentral de las Sierras Grandes comprende más de 60 minas denunciadas con tenores de oro altamente variables con contenidos en oro que gradúan desde 0,2-2g/t hasta muestras esporádicas con 15 a 20 g/tonelada.

El distrito se ubica en el Metalotecto del basamento cristalino dentro del Ciclo pampeano (Ramos, 1996) donde las vetas de cuarzo auríferas se asocian a la zona colgante de la sutura precámbrica con sectores de importante deformación frágil – dúctil seguida por períodos de alivio tensional

Las vetas auríferas están localizadas dentro de una zona de cizalla de orientación norte – sur en un gneis cuarzo- biotítico -muscovítico del Complejo Metamórfico Cruz del Eje con zonas miloníticas que corresponden a reactivación de zona de cizalla (Miró, 1999).

El oro se encuentra en vetas simples y múltiples de cuarzo con una potencia de hasta 1 m , asociado a sulfuros en zonas de mineralización primaria y como oro grueso libre de hasta 200 micrones en zonas de mineralización secundaria cerca de la superficie. Los sulfuros que se encuentran son pirita, y trazas de calcopirita, galena, esfalerita y arsenopirita. El distrito contiene además pegmatitas con mineral de tungsteno en cantidades económicas.

Según Cox y Singer (1986) las vetas son mesotermiales portadoras de Au-cuarzo con bajo contenido en sulfuros.

Depósitos de placer

Corresponden a concentraciones de oro en depósitos aluviales y coluviales en ambiente orogénico.

Ramblones y Playa Amarilla

Ubicados en la provincia de La Rioja , generan una producción diaria de hasta 10 g por día (1999).

Los depósitos más importantes son Ramblones y Playa Amarilla. En el primero sobre la base de 19 pozos se determinó un volumen de 10.944.000 m³ con una ley media de oro de 0,154 g/m³ en el sector sur. Mientras que en el sector norte a partir de 10 pozos analizados con un volumen de 5.910.000 m³ la ley de oro fue de 0,044 g/m³.

En Playa Amarilla la concentración de oro está en dos niveles enriquecidos con ley de oro de 0,222 g/m³ y 0,231 g/m³ respectivamente.

El volumen cubicado entre Ramblones y Playa Amarilla es de 19.171.000 m³ con una ley general de 0,128 g/m³.

La caracterización genética de estos aluviones se relaciona a sedimentación clástica. El oro proviene de vetas y diseminaciones localizadas

en la Sierra de Famatina. El retransporte de los sedimentos y la erosión de la Formación El Durazno (Pleistoceno medio y superior) es la causa principal de la concentración del oro y de otros minerales pesados que caracterizan a Ramblones y Playa Amarilla (Marcos, 1999).

PROVINCIA AURIFERA NORD-PATAGONICA (PANP)

Desde el punto de vista fisiográfico abarca la Cordillera Principal, los Andes Patagónicos septentrionales, la Cuenca neuquina y el Macizo de Somuncura. Comprende mineralizaciones vetiformes de baja sulfuración, yacimientos polimetálicos complejos ricos en Au.

Depósitos polimetálicos complejos ricos en Au

Distrito Aurífero Andacollo

Ubicado en la provincia del Neuquén, queda limitado por el río Neuquén y distante 38 km en línea recta de Chos Malal.

La veta aurífera de mina Erika es la más importante del distrito. Se emplaza en metamorfitas carbónicas; la mineralización económicamente explotable forma “clavos” de diversas formas y tamaños y el oro y el electrum se presentan libres y asociados a ganga. En zonas alteradas y en roca fresca hay reducida cantidad de oro en pirita (Danieli et al. 1999).

En las minas Sofía y Julia el oro se encuentra asociado a sulfuros como pirita, galena, calcopirita y esfalerita.

Las reservas de Mina Erika considerando las positivas y probables alcanzan los 129.248 t con una ley media de 9,73 g Au/t (Panorama Minero, 1999). Se deben adicionar 9000 t de los desmontes de labores de preparación con una ley media de 7,18 g Au/t. En Sofía las reservas suman 63.604 t con una ley media de 15,64 g Au/t. En Mina Julia las reservas son de 143.064 t y la ley media de 12,96 g/Au por tonelada. El “cut-off” en los tres casos es de 5 g /t de oro.

Mina Angela

Ubicada en la provincia de Chubut, en el distrito Manatiales. Es un depósito epitemal de baja sulfuración con abundantes sulfuros asociados al oro.

Las vetas están emplazadas en rocas volcánicas jurásicas cubiertas por flujos riolíticos y basaltos terciarios (Márquez , 1999).

El control de la mineralización primaria es de tipo estructural donde los minerales se concentran en clavos debido a cambios en la morfología del plano de falla.

Mina Angela es la más importante del distrito. Los últimos valores de leyes de mineral y sus reservas otorgados por la Empresa Cerro Castillo (1986) que explotaba en ese entonces el yacimiento son: 3 g/t de Au, 55,7 g/t Ag, 5,04 % de Zn , 2% de Pb y 0,05% de Cuy con reservas de mineral probado de 593.760 t. No se conocen valores de los últimos 10 años de explotación.

Mina Huemules

Se localiza a 27 km de la ciudad de Esquel en la provincia de Chubut. Tiene reservas aproximadas inferidas de 780.000 t con una ley media de 10g/t de Au y prospectivas de 750.000 t con una ley media de 9 g/t de Au.

La región se encuentra comprendida en la unidad morfoestructural denominada Cordillera Patagónica Central. La geología del depósito comprende una secuencia volcano-sedimentaria- continental intercalada con tobas y tufitas.

En numerosos sectores del área aparecen rocas intrusivas hipabisales mesosilícicas y ácidas en forma de diques y stocks.

La presencia de oro se observa en estructuras vetiformes con ganga de cuarzo y asociado a pirita, esfalerita y calcopirita.

Análisis de oro presentan valores de 2 a 5 g/t de Au hasta datos erráticos que varían entre 850g/t y 2.600 g/t. En sectores con clavos de alta ley se encontraron zonas de enriquecimiento más persistente alcanzando un promedio de 50 a 100 g/t de Au.

Huemules es un yacimiento vetiforme emplazado en un ambiente marginal de un sistema porfírico cuprífero simple no aflorante (Viera y Hughes, 1999)

Depósitos epitermales de baja sulfuración

Los depósitos consisten en vetas, stockwork y brechas portadoras de oro y plata formados en un ambiente epizonal.

Distrito Los Menucos

Ubicado en el centro de la provincia de Río Negro, se emplaza en rocas ignimbríticas y pórfiros riolíticos de edad permo-triásicas. Según Ramos (1996) la presencia de metalotectos potenciales interesantes en anomalías auríferas de este distrito se debe al desarrollo de plateaux riolítico con estructuras de calderas.

Estas rocas son las portadoras de metales preciosos que se concentran especialmente en la zona de "vuggy silica". Los afloramientos aparecen como diques y capas subhorizontales que alternan dentro de una secuencia de alteración cuarzo-sericita-pirofilita-dickita.

El oro es de tamaño microscópico y se encuentra en estado libre. La relación oro/plata es 1/8. Además de presentarse en la "vuggy silica", también está vinculado a óxidos de hierro como pequeñas fracturas.

El depósito es de tipo epitermal aurífero de alta sulfuración (Franco et al. 1999)

PROVINCIA AURIFERA DEL DESEADO (PAD)

Los depósitos corresponden a mineralizaciones epitermales de baja sulfuración, reconociéndose un yacimiento principal (Cerro Vanguardia) y un

importante número de prospectos en etapa de exploración.

Depósitos epitermales de baja sulfuración

Comprende mineralizaciones vetiformes asociadas a un volcanismo continental ácido, vinculado a estructuras extensionales, de edad mesozoica.

Mina Cerro Vanguardia

En la provincia de Santa Cruz, en el Macizo del Deseado se localiza el proyecto Cerro Vanguardia de tipo vetiforme de baja sulfuración. Representa un ejemplo dentro de áreas mineralizadas con metales preciosos asociadas espacialmente al evento geológico más importante y extendido de la región como es el volcanismo ácido jurásico del Grupo Bahía Laura.

La explotación propuesta en el estudio de factibilidad es a cielo abierto de 657.000 t/año de mineral produciendo alrededor de 84 t/ Au y 845 t/ag a lo largo de los primeros 15 años de explotación. Las reservas mineras explotables son de 9 Mt con una ley promedio de 10 g/Au y 113 g/Ag por tonelada.

La mineralización del yacimiento se constituye de filones de cuarzo con oro y plata emplazados en un sistema de fracturas dentro de una secuencia ignimbrítica que corresponde a la Formación Chon Aike del Grupo Bahía Laura.

Se han identificado 140km de vetas con una potencia máxima de 10 m y longitudes individuales de hasta 11 km. Además, la mayoría de los depósitos presentan “ore shoots” de Au/Ag hasta los 160 m de profundidad y espesores de hasta 14 metros (Zubia et al. 1999)

El Dorado - Monserrat

Ubicado en Santa Cruz, también como el yacimiento anterior, en el macizo del Deseado se encuentra este depósito epitermal de baja sulfuración.

La unidad litológica más notable del sector es la Formación Bajo Pobre constituida por andesitas. Coronando estas volcanitas se encuentran brechas volcánicas. El volcanismo ácido está representado en el Grupo Bahía Laura por ignimbritas riolíticas a riodacíticas.

La mineralización se emplaza en vetas que totalizan 10.000 m de corrida. El oro constituye individuos de hasta 100 micrones de tamaño en cuarzo.

La asociación mineral en vetas y en los halos de alteración caracteriza este depósito como de tipo epitermal de baja sulfuración.

Se ha determinado un contenido de oro promedio para el distrito de 6,2 ppm y 152,75 ppm de plata (Echavarría y Etcheverry, 1998).

CONCLUSIONES

El análisis de la distribución de las mineralizaciones auríferas y su marco geotectónico permite definir cuatro provincias metalogénicas auríferas, siendo las provincias de Antofalla, Central y Nordpatagónica característicamente

heterocronas y heterotípicas, en tanto la provincia del Deseado es netamente homocrona y homotípica.

Se ha realizado una evaluación de las reservas de oro de los yacimientos involucrados en el presente análisis, considerando reservas totales: explotadas + explotables.

Para el sector argentino de la PAA, se estiman reservas del orden de 25t, con un potencial varias veces superior, si se considera el tonelaje de oro contenido en yacimientos de tipología similar a la involucrada en esta provincia (por ejemplo los depósitos tipo Bendigo).

En la PAC las reservas totales de oro superan las 800t, debiendo considerarse que el potencial puede duplicar la cifra anterior, considerando los prospectos porfíricos no cubrados en el área del distrito Farallón Negro y los prospectos auríferos en Valle del Cura.

La PANP es la provincia con menos recursos evaluados a la fecha, los que se restringen a mineralizaciones polimetálicas ricas en oro y epitermales, y no superan las 10 toneladas.

En la PAD se han identificado 200t de oro, pudiendo considerarse que el potencial, para la tipología de depósitos involucrada y la densidad de manifestaciones conocida, puede quintuplicar el valor mencionado.

	Unidad	Litología	Ambiente geotectónico	Edad	Tipos de depósitos	Ejemplos
PAA	F. Acoyte	Areniscas y cuarcitas (turbiditas)	Cuenca de retroarco	Ordovícico	Vetas asociadas a turbiditas	Rinconada, Santo Domingo, Farillón
PAA	F. Falda Ciénaga	Pelitas, grauwacas	Cuenca de retroarco	Ordovícico	Vetas asociadas a turbiditas (Depósito tipo Bendigo)	Incahuasi (Catamarca)
PAA	Complejo dómico Cerro Redondo	Brechas, lavas, piroclastita	Domos volcánicos asociados a arco magmático	Oligoceno superior a Mioceno medio	Pórfiros de Au (-Ag y Bi)	Cerro Redondo (Jujuy)
PAA	Complejo Viejo	lavas y brechas dacíticas	Domos volcánicos asociados a calderas en arco magmático	Mioceno medio a superior	Pórfidos de Au (-Ag y Bi)	Caldera de Pairique (Jujuy)
PAA		Volcanitas y tobas terciarias	Volcanismo de arco	Mioceno superior	Depósitos epitermales de alta sulfuración	Diablillos (Salta)
PAA	F. El Durazno	conglomerados leptometamorfitas pelíticas	depósitos sedimentarios en ambiente orogénico	Pleistoceno inferior-medio y superior	Depósitos de placer de oro	Ramblones (La Rioja)
PAA	F. Peñas Coloradas	conglomerados y sedimentos rojos	depósitos sedimentarios en ambiente orogénico	Oligoceno superior	Depósitos de placer de oro	Sierras de Santa Catalina-Rinconada (Jujuy)
PAC	Complejo Farallón Negro	Pórfiros dacíticos cuarzo-feldespáticos	Magmatismo de arco	Mioceno superior	Depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo con Au	Agua Rica (Catamarca)
PAC	Complejo Farallón Negro	Pórfiros andesíticos, dacíticos, monzoníticos	Magmatismo de arco asociado a zonas transtensionales	Mioceno medio a superior	Depósitos tipo pórfiro de Cuy (-Au)	Bajo de La Alumbra (Catamarca)
PAC	F. San Juan	skarn, calizas	magmatismo de arco terciario asociado a subducción	Mioceno	depósitos metasomáticos- skarn aurífero	Gualilán (San Juan)
PAC	F. Escabroso, F. Tilito, F. Choyoi, F. Tambo, F. Cerro de las Tótolas	tufisitas, brechas, lavas y tobas riódacíticas	magmatismo de retroarco paleozoico a terciario	Terciario - Mioceno	depósitos auríferos de alta sulfuración	Veladero (San Juan)
PAC	F. Negro Peinado F. Nuñorco	Leptometamorfitas granitos	volcanismo calcoalcalino de arco	Ordovícico-Silúrico	depósito polimetálico complejo	Distrito La Mejicana (La Rioja)
PAC	F. Negro Peinado F. Nuñorco	metamofitas-cuerpos graníticos	volcanismo calcoalcalino de arco	Ordovícico-Silúrico	depósito polimetálico complejo	Distrito El Oro (La Rioja)
PAC	Complejo metamórfico Cruz del Eje	milonitas-gneis cuarzo - biotítico	zonas de cizalla en corredores postacrecionales	Silúrico	vetas auríferas en zonas de cizalla	Distrito La Candelaria- San Ignacio (Córdoba)
PAC	F. Doña Ana	brechas andesíticas, pórfiros dacíticos	zonas de cizalla de corredores postacrecionales	Silúrico	Vetas auríferas en zonas de cizalla	Distrito Sierra de las Minas y Ulapes (La Rioja)
PANP	F. Bajo Pobre-Chon Aike- y La Matilde	volcanitas basandesíticas	arco magmático de margen continental	Jurásico	depósitos epitermales de baja sulfuración	Mina Angela (Chubut)
PANP	F. Cañadón Huemules	andesitas-riolitas-diques andesíticos-basandesíticos	volcanismo calcoalcalino de arco	Post-jurásica	depósitos polimetálicos complejos	Huemules (Chubut)
PANP	Grupo Choyoi	ignimbritas-pórfiros riolíticos-brechas	ambientes transtensionales y extensionales en arco	Permo-Triásica	depósitos epitermales de alta sulfuración	Distrito Los Menucos (Río Negro)
PANP	F. Huaraco- F. La Premia-Granito Huinganco	tobas andesíticas-dacíticas-areniscas-pórfiros dacíticos	volcanismo calcoalcalino de arco	Eoceno	polimetálico complejo rico en Au	Distrito Andacollo (Neuquén)
PAD	Grupo Bahía Laura	ignimbritas-tobas dacíticas y riódacíticas	Volcanismo ácido en estructuras extensionales	Jurásico	epitermal de baja sulfuración	Cerro Vanguardia (Santa Cruz)
PAD	F. Bajo Pobre	andesitas-brechas	arco magmático de margen continental	Jurásico	epitermal de baja sulfuración	El Dorado-Monserrat (Santa Cruz)

Tabla I. Provincias metalogénicas, ambiente geotectónico de emplazamiento y modelos de depósitos asociados

BIBLIOGRAFIA

Angera, J.A. 1999. Mina Bajo de La Alumbreira, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1451-1461

Brito, J.R y R. Sureda. 1992. Exploración del prospecto polimetálico Cerro Redondo, Rinconada, Jujuy, Argentina. En: IV Congreso Nacional de Geología Económica. Córdoba Actas: 183-194.

Brodtkorb, M. y I.B. Schalamuk.1999. Yacimientos de cobre y oro de la Sierra de Famatina, La Rioja. En: Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR. Anales 35: 1659-1664

Caffe, P.J. y B.L. Coira.1999. Complejos de domos volcánicos del Mioceno medio de Puna norte. Un modelo geológico y metalogenético para yacimientos epitermales de metales base ricos en plata (estaño). En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1569-1578

Cerro Castillo, S.A.1996. Avalúo de reservas del yacimiento Mina Angela. Ley Promoción Minera. Secretaría de Estado de Minería, Centro de Exploración Patagonia Sur, inédito. Comodoro Rivadavia

Chirila, V. 1951. Nueva Compañía Minera Incahuasi. Banco Crédito Industrial Argentino. Buenos Aires

Coira, B.L.1999. Potencialidad minera de sistemas megacaldéricos miocenos en Puna norte. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1557-1567

Cox, D.P. y D.A. Singer. 1986. Mineral Deposit Models. U.S. Geological Survey Bulletin 1693.

Cravero, O. 1999. Yacimientos auríferos en Sierras de las Minas y Ulapes, La Rioja. En: Recursos Minerales de la Republica Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 637-646

Danieli, J.C., A.M. Casé y M.A. Deza. 1999. El Distrito Minero Andacollo, Neuquén. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1349-1364

Echavarría, L E. y R. O. Etcheverry. 1999. Mineralización epitermal El Dorado-Monserrat, Macizo del Deseado, Santa Cruz. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1219-1224

Franco, S, N. Puente, C. Varela e I. Gemuts. 1999. Mineralización aurífera en el Distrito Los Menucos, Río Negro. En: Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 893-894

González, O.E. 1999. Mina Incahuasi, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 515-520

Jones, J.P, R.D. Martínez, A.O. Vitaller, I. Chavez, M.M. Carrizo, M.G. La Motte y S.E. Riveros. 1999. El depósito epitermal aurífero Veladero, San Juan. En: Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1673-1684

Logan, A.V. 1999. Distritos auríferos de Gualilán y Gualcamayo, San Juan. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1525-1534

Marcos, O.R. 1999. Aluviones auríferos del Famatina, La Rioja. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1855-1862

Márquez, M.J. 1999. Los sistemas hidrotermales del Distrito Los Manatales, Chubut. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1167-1175

Miró, R.C. 1999. Los depósitos auríferos de Candelaria y San Ignacio, Córdoba. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 647-653

Panorama Minero, 1999. Se puso en marcha la explotación del distrito aurífero Andacollo en la provincia del Neuquén. Revista XXIII. Edición N° 241: 108-109.

Pasarello, J., H. Romero y J. Navarro. 1992. Grupo minero El Oro, La Rioja. Dirección provincial de Minería, informe inédito. La Rioja

Ramos, V.A. 1996. Los metalotectos de oro en Argentina. En: Seminario Internacional de la minería aurífera en la República Argentina. Ediciones Panorama Minero : 151-160

Roco, R. y M. Koukharsky. 1999. El pórfiro cupro-molibdenífero Agua Rica y las manifestaciones epitermales asociadas, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1479-1492

Sasso, A. y A. Clark. 1999. El Grupo Farallón Negro: evolución magmática, hidrotermal y tectónica e implicancias para la metalogenia de cobre – oro en el retroarco andino, Catamarca. En: Recursos Minerales de la República

Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR. Anales 35: 1437-1450

Segal, S.J., E.O. Zappettini y J.R. Craig. 1997. Metalogénesis del oro de la Sierra de Rinconada, provincia de Jujuy. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Serie de Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales 2.

Viera, R.L.M y G. Hughes. 1999. El yacimiento polimetálico aurífero Huemules, Chubut. En : Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35: 1369-1376

Zappettini, E.O. 1999. Clasificación de depósitos minerales de la República Argentina. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR Anales 35: 75-103

Zappettini, E. O. y S.J.Segal.1999. Depósitos aluvionales auríferos de la Puna, Jujuy. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 1841-1844

Zappettini, E.O. y S.J. Segal.1999. Los depósitos auríferos vetiformes de la Sierra de Rinconada, Jujuy. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35: 507-514

Zubia, M.A., A.D. Genini e I. B. Schalamuk. 1999. Yacimiento Cerro Vanguardia, Santa Cruz. En: Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 35: 1189 - 1262