

MINERALES DE LA PROVINCIA DE JUJUY

Ricardo J. SUREDA¹, Teresita del Valle RUIZ², Alba RAMÍREZ³ y Alicia QUIROGA²

1. *Cátedra de Mineralogía, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta-CONICET, Avenida Bolivia 5150, 4400, Salta; sureda@sinectis.com.ar*

2. *Cátedra de Mineralogía, FCN, UNSa, Avenida Bolivia 5150, 4400, Salta*

3. *Instituto de Geología y Minería, UNJu, Avenida Bolivia 1661, 4600, S.S. de Jujuy; Cátedra de Mineralogía, FCN, UNSa*

INTRODUCCIÓN

La contribución ofrece una revisión actualizada del inventario mineral en la provincia de Jujuy, con la identificación de sus minerales en las diferentes comarcas de su geografía, tarea realizada en fechas distintas por una legión de investigadores que han trabajado con muy diferentes objetivos y motivaciones (desde la exploración minera hasta la elaboración de memorias con finalidad académica). Las especies minerales jujeñas se ordenan aquí con los principios químico-estructurales aceptados para las diez clases establecidas actualmente en la sistemática mineral.

CLASE 1: ELEMENTOS

Familia del cobre

- Cobre Cu - Fm3m; es citado en la mina Eureka, departamento Rinconada, a unos 25 km al oeste de Santa Catalina, en placas reticuladas (charquis) estratoligadas a los conglomerados y areniscas miocenas pertenecientes al Miembro Eureka de la Formación Cabrería, en paragénesis con oro, cuprita y crisocola (Novarese, 1893; Sgrosso, 1943; Ahlfeld y Angelelli, 1948; Viera, 1984).

- Plata Ag - Fm3m; mineral presente en vetas hidrotermales asociadas con volcanismo mioceno de filiación calcoalcalina, en la región andina de la Puna jujeña, con pirargirita, marcasita, entre otros (Bodenbender, 1899; Sgrosso, 1943; Ahlfeld y Angelelli, 1948); relativamente abundante en las minas Pirquitas y Pan de Azúcar (Malvicini, 1978; Segal de Svetliza, 1980); muy abundante en mina La Providencia, en zona de oxidación con cerargirita, acantita, cerusita, malaquita y crisocola (Lizárraga, 1981; Peralta y Sureda, 1992); forma diminutas inclusiones en galena de mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda, 1999).

- Oro Au - Fm3m; muy distribuido, preferentemente en placeres aluviales o en vetas epitermales con estibinita. Distritos de Rinconada, Oros mayo, Santa Catalina, Coyahuaima, San Juan del Oro (Brackebusch, 1879; Novarese, 1893; Kilt, 1931-32; Angelelli, 1941; Ahlfeld y Angelelli, 1948).

- Electrum Au-Ag - Fm3m; se presenta como chispas diseminadas en galena, en mina Pan de Azúcar, Rinconada (Segal de Svetliza, 1980).

- Plomo Pb - Fm3m; es mineral accesorio raro presente en picos de refusión y templado o en facies anóxicas de los yacimientos sedex (Zn,Pb) de la sierra de Aguilar, Humahuaca, en el nivel 14, capa K, 3050 N de

mina El Aguilar (Gemmell *et al.*, 1992), y en lutitas negras de la Formación Cardonal de Mina Esperanza, en la sección distal del sedex de la sierra de Aguilar (Sureda *et al.*, 1992).

Grupo del arsénico

- Antimonio Sb - R3m; forma inclusiones ocasionales en tetraedrita de la mina El Aguilar, Humahuaca, (Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981).

- Bismuto Bi - R3m; muy escaso en las vetas polimetálicas de la mina Romacruz o Purísima, como inclusiones poligranulares acompañando niquelina, calcosina y pechblenda (Brodtkorb, 1973b).

Familia del carbono

- Grafito C - P63/mmc; citado en las lutitas negras carbonosas de las cajas de las vetas auríferas en minas El Torno y Pabellón, Rinconada (Zappettini y Segal, 1999).

Grupo del azufre

- Azufre S - Fddd; de origen volcánico en mina La Betty el volcán Tuzgle, Susques; Cerro Niño, Rinconada, y por descomposición de sulfuros en las minas Pirquitas y Pabellón, Rinconada; en esta última sobre estibinita (Sgrosso, 1943; Lurgo Mayón, 1999).

CLASE 2: SULFUROS Y SULFOSALES

A: Sulfuros

Sulfuros simples con razón atómica M:S > 1:1 (mayormente 2:1)

- Calcosina α Cu₂S - P2₁/c; variedades de calcosina blanca o azul, poligranular, muy distribuida en distintas asociaciones. En mina Olga, Yavi; en mina La Providencia, Susques; en mina Chorrillos, Tumbaya; en mina Romacruz, Cochino y en mina Martín Bronce, Santa Bárbara (Ahlfeld y Angelelli, 1948; Chomnals, 1977; Chomnals *et al.*, 1960; Brodtkorb, 1973b; Lizárraga, 1981; Ávila *et al.*, 1984; Sureda *et al.*, 1986; Lizárraga, 1981; Peralta y Sureda, 1992).

- Digenita Cu_{1,8}S - C2/m ó C2 ó Cm; es muy escasa en mina Olga, Yavi, asociada con bornita, calcosina y calcopirita.

- Bornita Cu₅FeS₄ - Pbc; abundante en la mina Olga, Yavi, y bastante común en otras minas vetiformes cupríferas que yacen a lo largo de la quebrada de Humahuaca; en mina Chorrillos, Tumbaya; Romacruz, Cochino; escasa en mina La Providencia, Susques (Ahlfeld,



1948b; Chomnales, 1977; Chomnales *et al.*, 1960; Brodtkorb, 1973b; Peralta y Sureda 1992).

- Acantita Ag_2S - P_2/n ; el polimorfo de baja temperatura del sulfuro de plata es el más frecuente y ha sido citado en las minas Pirquitas y Pan de Azúcar, Rinconada; en La Providencia, Susques (Chomnales, 1978a; Igarzábal, 1969; Malvicini, 1978; Segal de Svetliza, 1980; Angelelli *et al.* 1983; Peralta y Sureda 1992). Argentita, el polimorfo cúbico citado en Pan de Azúcar y en Pirquitas, es aún incierto.

- Stromeyerita CuAgS - CmC_2 ; mineral notable en la mena de mina La Providencia, Susques; asociado con plata, calcosina, acantita, clorargirita y covellina (Peralta y Sureda 1992).

- Argirodita Ag_8GeS_6 - $\text{Pna}2_1$; el término puro de germanio del grupo ha sido identificado en la Mina Pirquitas, en los niveles intermedios de San Miguel-Chocaya y San Pedro (Malvicini 1978) y en Pan de Azúcar (Segal de Svetliza, 1980).

- Canfieldita Ag_8SnS_6 - $\text{Pna}2_1$; el extremo de estaño y otras mezclas medias en este grupo han sido estudiados en la Mina Pirquitas de los parajes mencionados anteriormente (Malvicini, 1978, Paar *et al.*, 1996).

- Te-canfieldita $\text{Ag}_8\text{Sn}(\text{S},\text{Te})_6$ - $\text{Pna}2_1$; variedad con telurio en el anión calcógeno, se halló en Mina Pirquitas bajo la forma $\text{Ag}_8\text{SnTe}_2\text{S}_4$ asociada con tetradimita, kesterita y otros (Paar *et al.*, 1996).

Sulfuros simples con razón $M:S = 1:1$

- Covellina CuS - $\text{P}6_3/\text{mmc}$; es un producto de oxidación frecuente, en general de escaso volumen, junto a los sulfuros primarios de cobre en los yacimientos metalíferos de toda la provincia. Citado en las minas Romacruz, Chorrillos, Martín Bronce, La Providencia, Olga, (Brodtkorb, 1973b; Chomnales, 1977; Ávila *et al.*, 1984; Sureda *et al.*, 1986; Peralta y Sureda 1992).

- Idaíta Cu_5FeS_6 - $6/\text{mmm}$; es un producto de alteración poco común de la bornita y también como inclusiones polilaminares en calcopirita de las minas jujeñas Olga (Yavi) y El Rosario, Cochinoca.

- Esfalerita ZnS - $\text{F}43\text{m}$; mena muy importante de zinc, de amplia distribución en los depósitos jujeños de metales de base (Brackebush, 1879; Bodenbender, 1899; Ahlfeld y Angelelli 1948).

- Calcopirita CuFeS_2 - $\text{I}42\text{d}$; mineral primario de cobre casi siempre presente en los yacimientos de Jujuy con metales de base (Brackebush, 1879; Bodenbender, 1899; Ahlfeld y Angelelli 1948).

- Estannita $\text{Cu}_2\text{FeSbS}_4$ - $\text{I}42\text{m}$; estannita s.l. identificada por Malvicini (1978) en Mina Pirquitas, en su mayor parte sería kesterita y ferrokesterita. La presencia de estannita s.s.es escasa y podría ser más abundante en los niveles inferiores del yacimiento (Paar *et al.*, 1996); mucho más escasa en El Aguilar como inclusiones en tetradimita (Brodtkorb *et al.*, 1978); muy escasa también en mina Pan de Azúcar (Chomnales, 1979; Segal de Svetliza, 1980).

- Hocartita $\text{Ag}_2\text{SnFeS}_4$ - $\text{I}42\text{m}$; mineral citado en Mina Pirquitas como parte destacada de la mena argento-estannífera en numerosos parajes del yacimiento (Johan y Picot 1982; Paar *et al.*, 1996).

- Pirquitasita $\text{Ag}_2\text{ZnFeS}_4$ - $\text{I}42\text{m}$; mineral descubierta en Mina Pirquitas y denominado con el topónimo. En serie de cristal mixto con hocartita, es menos abundante (Johan y Picot, 1982).

- Ferrokesterita $\text{Cu}_2(\text{Fe},\text{Zn})\text{SnS}_4$ - $\text{I}42\text{m}$; presente en Mina Pirquitas en los niveles superiores. Su similitud química con estannita, por lo común reemplazada por hocartita, rodoestannita y toyohaíta, y la falta de estudios röntgenográficos adecuados por su fina granometría, no permiten saber su distribución real en el yacimiento. Tiene muy pocas identificaciones seguras (Paar *et al.*, 1996).

- Kesterita $\text{Cu}_2(\text{Zn},\text{Fe})\text{SnS}_4$ - $\text{I}42\text{m}$; es un mineral común en la paragénesis de Mina Pirquitas. Forma una serie isomorfa con ferrokesterita donde sólo abundan los términos intermedios, y se denominan así las fases con predominio de Zn sobre Fe (Paar *et al.*, 1996); es un accesorio menor como inclusiones en esfalerita de mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981).

- Estannoidita $\text{Cu}_8(\text{Fe},\text{Zn})_3\text{Sn}_2\text{S}_{12}$ - $\text{I}222$; según Malvicini (1978), inicia el segundo período mineralizador de la Mina Pirquitas, la etapa más importante en la formación de estaño, pero su presencia, con los nuevos muestreos y sus estudios, nunca se pudo comprobar hasta la fecha.

- Wurtzita ZnS - $\text{P}6_3/\text{mc}$; la presencia de los polimorfos del ZnS wurtzita-esfalerita es muy común en Mina Pirquitas (Ahlfeld, 1945; Malvicini, 1978; Paar *et al.*, 1996), y menos en la mina Pan de Azúcar (Segal de Svetliza 1980). Hermosos cristales idiomorfos hemiédricos de wurtzita, con notable anisotropía, proceden de la mina Esperanza, Sierra de Aguilar (Sureda y Amstutz 1981).

- Greenockita CdS - $\text{P}6_3/\text{mc}$; asociado con esfalerita en la mina Pan de Azúcar (Segal de Svetliza, 1980), y en el prospecto polimetálico Rachaite (Heidorn, 2002).

- Petrukita? $(\text{Cu},\text{Ag})_2(\text{Fe},\text{Zn})(\text{Sn},\text{In})\text{S}_4$ - $\text{Pnm}2_1$; solo cinco análisis del mineral de Mina Pirquitas han arrojado contenidos de In mayores al 1 % y menor a 4%. Presencia dudosa (Paar *et al.*, 1996).

- Cubanita CuFe_2S_3 - Pcmn ; mineral accesorio poco abundante asociado con calcopirita, esfalerita y pirrotina en el paraje 13-305-XLW de mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.*, 1978).

- Niquelina NiAs - $\text{P}6_3/\text{mmc}$; es dominante en la mena polimetálica de mina Romacruz, Cochinoca; asociada con rammelsbergita y gersdorffita escasas (Chomnales *et al.*, 1960; Brodtkorb, 1973b).

- Breithauptita NiSb - $\text{P}6_3/\text{mmc}$; se la identificó asociada con pirrotina en el nivel 14, galería norte, de la mina El Aguilar, Humahuaca (Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda, 1994).

- Pirrotina FeS_{+x} - $\text{C}2/c$; es un mineral común en la aureola metamórfica de mina El Aguilar (Sgrosso, 1943; Ahlfeld y Angelelli 1948), y ha sido citado en mina Chorrillos, Tumbaya (Chomnales, 1977) y en Mina Pirquitas, Rinconada; donde su existencia se infiere de pseudomorfos reemplazados por pirita-melnicovita-marcasita (Malvicini, 1978); muy escasa y microscópica en mina Pan de Azúcar (Segal de Svetliza, 1980).

- Millerita NiS - R3m; también se presenta en tablillas que rellenan vénulas tardías junto con calcopirita en la mina Romacruz, Cochino.

- Mackinawita $Fe_{x}S$ - P4/nmm; inclusiones aciculares a fusiformes microscópicas en calcopirita asociada a la paragénesis del skarn en la mina El Aguilar, Humahuaca (Brodtkorb *et al.*, 1978); luego identificada como inclusiones en calcopirita junto a pirita fracturada en las vetas de minas Pabellón y El Torno (Craig y Segal, 1996; Zappettini y Segal 1999).

- Teallita $PbSnS_2$ - Pbnm; es citado por Malvicini (1978), junto a franckeíta, como los sulfuros de estaño más importantes del primer período mineralizador en Mina Pirquitas, Rinconada. Su presencia se considera hoy reducida y microscópica, tal vez por confusión original con suredaíta y cilindrita, minerales de mayor abundancia relativa.

- Alabandina MnS - Fm3m; configura cristales subedrales independientes, poligranulares e inclusiones abundantes en esfalerita de las menas de Zn-Pb-Ag de la sierra de Aguilar, dentro del halo de manganeso del sistema geotermal (Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz 1981; Martín y Sureda 1990; Sureda *et al.*, 1992; Sureda 1999).

- Galena PbS - Fm3m; mena muy importante de plomo, de amplia distribución en los depósitos jujeños de metales de base (Brackebush, 1879; Bodenbender, 1899; Ahlfeld y Angelelli 1948).

Sulfuros simples con razón M:S = 3:4 y 2:3

- Greigita $FeFe_2S_4$ - Fd3m; acompaña el depósito de pirita y arsenopirita en algunos niveles S_0 de la mena bandeada en mina Esperanza, sierra de Aguilar (Sureda *et al.*, 1992).

- Rodostannita $Cu_2FeSn_3S_8$ - $I4_1/a$; configura una serie isomorfa continua con toyohaíta. La presencia de ambos minerales en Mina Pirquitas fue advertida por Johan y Picot (1982).

- Toyohaíta $Ag_2FeSn_3S_8$ - $I4_1/a$; en la Mina Pirquitas y en cerros Alcoak-Panizos-Salle, dos depósitos minerales argento-estanníferos al oeste del departamento Rinconada (Johan y Picot, 1982; Bernhardt *et al.*, 1984; Coira *et al.*, 1984).

- Estibinita Sb_2S_3 - Pbnm; es la mena esencial de la faja metalogénica auro-antimonífera del sur de Bolivia con expresión terminal en Jujuy con los yacimientos Pabellón, La Esperanza y cerro Salle (Rinconada), Puyita, El Torno (Santa Catalina), Coiruro (Tumbaya). Como trazas se presenta en las minas Pirquitas, Pan de Azúcar y El Aguilar (Sgrosso, 1943; Ahlfeld y Angelelli, 1948; Igarzábal, 1969; Malvicini, 1978; Coira *et al.*, 1984).

- Bismutinita Bi_2S_3 - Pbnm; en pequeñas cantidades se le conoce en Mina Pirquitas (Rinconada) y en Romacruz o Purísima (Cochino) en paragénesis diferentes (Malvicini, 1978; Brodtkorb, 1973).

- Suredaíta $PbSnS_3$ - Pnma; en cristales aciculares a prismáticos centimétricos, de brillo metálico, penetrando una mesostasis finamente granular de coiraíta gris mate, forman parte de la mena de estaño en fábrica bandeada del paraje Oplaca de la Mina Pirquitas. Mineral asociado también con franckeíta y sus variedades

incaíta y potosiíta, con cilindrita y esfalerita-wurtzita (Paar *et al.*, 2000).

- Tetradimita Bi_2Te_2S - R3m; se localizó en la Mina Pirquitas, acompañando una paragénesis de Te-canfieldita, pavonita-benjaminita, petrukita-kesterita, arsenopirita y casiterita (Paar *et al.*, 1996).

Sulfuros simples con razón M:S = ó > 1:2

- Molibdenita MoS_2 - $P6_3mmc$; en escasa cantidad se identificó en las asociaciones del skarn de mina El Aguilar y en el Cerro Colorado, Rinconada (Brodtkorb *et al.*, 1978; Chayle *et al.*, 1989; Rodríguez y Coira, 1998).

- Pirita FeS_2 - Pa3; este conocido mineral, el *Juan de todos los pasajes*, es por demás ubicuo, de amplia distribución en yacimientos y en rocas euxínicas jujeñas, como lutitas negras (Brackebush, 1879; Bodenbender, 1899; Ahlfeld y Angelelli, 1948).

- Gersdorffita $NiAsS$ - Pa3; en la mina Romacruz acompaña a niquelina y pechblenda cristalizando en sus bordes. Escasa, con rammelsbergita, bismuto, calcosina y argentita (Brodtkorb, 1973b).

- Ullmannita $NiSbS$ - $P2_13$; forma coronas de reacción entre breithauptita y pirrotina en el nivel 14, galería norte, de la mina El Aguilar, Humahuaca (Sureda y Amstutz 1981; Sureda, 1994).

- Cobaltita $CoAsS$ - $Pca2_1$ - existe una cita del mineral en la mina Chorrillos, Tumbaya, pero su confirmación es aún incierta, pues no se le ha vuelto a hallar (Chomnals, 1981).

- Marcasita FeS_2 - Pnnm; es muy abundante en ciertos sectores de la mina Pan de Azúcar (Ahlfeld y Angelelli, 1948; Igarzábal, 1969; Segal de Svetliza, 1980); también relativamente frecuente en Mina Pirquitas, pero mucho menos en mina El Aguilar (Ahlfeld y Angelelli 1948; Malvicini, 1978; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz 1981; Sureda, 1999) y en el prospecto polimetálico Rachaite (Heidorn, 2002).

- Arsenopirita $FeAsS$ - $P2_1/c$; desde cristales idioblásticos rómbicos a masas anhedrales es un accesorio frecuente en las yacencias metalíferas jujeñas de El Aguilar, Pirquitas, Esperanza, Alcoak-Panizos-Salle, Pan de Azúcar, Cerro Redondo entre otras (Sgrosso, 1943; Ahlfeld y Angelelli, 1948; Malvicini, 1978; Segal de Svetliza, 1980; Coira *et al.*, 1984; Sureda y Brito, 1992).

- Gudmundita $FeSbS$ - $P2_1/c$; en granos mayores reemplaza pirrotina en 13-305-XLW, e incluye galena junto a tetraedrita mostrando maclas múltiples polisintéticas en la cantera de OC-268 de El Aguilar, Humahuaca (Brodtkorb *et al.*, 1978).

- Rammelsbergita: $NiAs_2$ - Pnnm; accesorio menor en granos blancos, duros y anisótropos acompañando niquelina, pechblenda y gersdorffita en la mina Romacruz (Brodtkorb, 1973b).

- Rejalgar As_4S_4 - $P2_1/n$; en trazas es frecuente en las borateras y geiseres de la Puna jujeña, pero acompaña en láminas mayores al bórax, inyoíta y teruggita en Loma Blanca, Rinconada (Aristarain y Hurlbut, 1968); hermosos cristales idiomorfos rojos, que alcanzan un centímetro de largo, tapizan fracturas en la rampa Oplaca de Mina Pirquitas, Rinconada.



- Oropimento As_4S_6 - $P2_1/n$; forma agregados fibrosos y pulverulentos amarillos como un producto de alteración del rejalgar en Loma Blanca, Rinconada.

B: Sulfosales

Sulfosales de razón atómica $M:S = 1$

- Matildita $AgBiS_2$ - $P3m1$; laminillas apretadas en un pavimento denso poligranular y pseudo-cúbico asociado con aramayoita y hocartita-pirquitasita en Mina Pirquitas (Paar *et al.*, 1996).

- Aramayoita $Ag(Sb,Bi)S_2$ - $P1$; sulfosal identificada en Mina Pirquitas, con matildita y sulfuros de estaño, pero también en otra asociación con pirargirita y miargirita (Paar *et al.*, 1996).

- Miargirita $AgSbS_2$ - $C2$; con pirargirita son las sulfosales de plata más abundantes de la Mina Pirquitas, en bandas centimétricas de costrificación e identificadas primero por Ahlfeld (1948).

- Diaforita $Pb_2Ag_3Sb_3S_8$ - $P2_1/a$; escasa, intercrece con brongniardita en el sector Potosí de la Mina Pirquitas, Rinconada, en granos no mayores de 90 μm (Paar *et al.*, 1996).

- Brongniardita (variedad de diaforita pobre en Pb): $PbAg_2Sb_2S_5$ - $P2_1/a$; en el sector Potosí de la Mina Pirquitas (Paar *et al.*, 1996).

- Schapbachita $Ag_{0,4}Pb_{0,2}Bi_{0,4}S$ - $Fm3m$; mineral citado por Malvicini (1978) con hábito fibroso cruzado y asociado a schirmerita en las menas de plata y bismuto de Mina Pirquitas. En la época se le tenía por el polimorfo cúbico de alta temperatura del sulfuro de bismuto y plata ($> 225^\circ C$ - Strunz 1978), pasando a matildita (fase hexagonal $< 225^\circ C$) en desmezcla con PbS , todos sulfuros con $M:S = 1:1$. Desacreditado con posterioridad, es rehabilitado recientemente como sulfosal de plomo (Moëlo *et al.*, 2008).

- Schirmerita tipo ¿? $Ag_3PbBi_4S_9$ - $I2/m$; el mineral acompañante de schapbachita en Pirquitas (Malvicini, 1978) es desacreditado en sus dos propuestas conocidas (tipos I y II - Moëlo *et al.* 2008) y faltaría investigar hoy si el mineral de Malvicini podría corresponder a un miembro desordenado en la serie homóloga de lilianita.

- Bournonita $CuPbSbS_3$ - $Pn2_1m$; es un mineral accesorio común en los yacimientos metalíferos con metales de base de la Puna argentina. En Jujuy fue descrito en las minas El Aguilar, Pan de Azúcar, Pirquitas y el prospecto Cerro Redondo (Brodtkorb *et al.*, 1978; Malvicini, 1978; Segal de Svetliza, 1980; Sureda y Brito, 1992); también mencionada en las vetas de la mina El Torno del distrito aurífero Rinconada (Craig y Segal, 1996; Zappettini y Segal, 1999); determinada junto con galena para el segundo estadio mineralizador en el socavón Jesuita del prospecto polimetálico Rachaite, Cochino-ca (Heidorn, 2002).

Sulfosales de plomo, con arquitectura 2D destacada, en series homólogas

- Cilindrita $FePb_3Sn_4Sb_2S_{14}$ - $P1$; es una sulfosal de estaño, típicamente boliviana, que en Mina Pirquitas ha demostrado ser mucho más abundante de lo estimado

cuando se la identificó por primera vez (Malvicini, 1978; Paar *et al.*, 1996, 2000, 2001, 2008).

- Franckeíta $Fe(Pb,Sn)_6Sn_2Sb_2S_{14}$ - $P1$; es la sulfosal de estaño más abundante de Mina Pirquitas, presente con sus variedades potosiíta e incaíta, y con la especie afín arsenical coiraíta (Malvicini, 1978; Paar *et al.*, 2001, 2008).

- Potosiíta $FePb_6Sn_2Sb_2S_{14}$ - $P1$; variedad de franckeíta pobre en estaño bivalente, presente en Mina Pirquitas (Paar *et al.*, 2001).

- Incaíta $FePb_4Sn_4Sb_2S_{14}$ - $P1$; variedad de franckeíta rica en estaño bivalente, presente en Mina Pirquitas (Paar *et al.*, 2001).

- Coiraíta $(Pb,Sn)_{12,5}As_3Sn_5FeS_{28}$ - $P2/m$; en capas compactas densas de hojuelas micrométricas de color gris mate formando la matriz de los cristales de suredaíta en la mena bandeada del sector Oploca de Mina Pirquitas; en paragénesis con franckeíta y sus variedades, incaíta y potosiíta, cilindrita y esfalerita-wurtzita (Paar *et al.*, 2008).

Sulfosales de plomo con secciones largas 2D de arquetipos de PbS/SnS

- Andorita $AgPbSb_3S_6$ - $Pn2_1a$; incluye galena en la mina La Providencia (Ag-Cu), Susques; en paragénesis con calcosina, plata, acantita, stromeyerita, bornita y numerosos minerales oxidados metalíferos (Peralta y Sureda, 1992); inclusiones diminutas en pirita de la mina Pabellón y en la veta de la mina El Torno, Rinconada (Craig y Segal, 1996; Zappettini y Segal, 1999).

- Andorita IV $Ag_{15}Pb_{18}Sb_{47}S_{96}$ - $P2_1/c$; incluye las bandas de miargirita en láminas pequeñas de quantrandorita, junto con otras inclusiones similares de ramdohrita, formando las menas argento-antimoníferas del sector San Miguel, nivel 5, en Mina Pirquitas, Rinconada (Paar *et al.*, 1996).

- Ramdohrita $(Cd,Mn,Fe)Ag_{5,5}Pb_{12}Sb_{21,5}S_{48}$ - $P2_1/n$; incluye las bandas de miargirita en láminas pequeñas que se mimetizan con las de andorita IV, salvo por sus colores de anisotropía, en las menas argento-antimoníferas de San Miguel, nivel 5, Mina Pirquitas (Paar *et al.*, 1996).

- Fizélyita $Ag_5Pb_{14}Sb_{21}S_{48}$ - $P2_1/n$; citada con escasa presencia reemplazando galena en los sectores Chocaya y Potosí de Mina Pirquitas (Malvicini, 1978) e incluyendo galena en la mina Pan de Azúcar (Brodtkorb *et al.*, 2000).

- Pavonita $AgBi_3S_5$ - $C2/m$; en la Mina Pirquitas fueron asignadas algunas fases con maclas polisintéticas afines a benjaminita en la misma asociación mineral (Paar *et al.*, 1996).

- Benjaminita $Ag_3Bi_7S_{12}$ - $C2/m$; especie identificada en forma inequívoca en la asociación bismutífera de la Mina Pirquitas, Rinconada (Paar *et al.*, 1996).

- Semseyita $Pb_9Sb_8S_{21}$ - $C2/c$; forma una banda casi mono-mineral, de 10 cm de potencia en la veta de la mina Pan de Azúcar, y ha sido confundida con geocronita por largos años (Brodtkorb, 1969). Como pequeñas inclusiones también en mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.*, 1978).

- Sartorita $PbAs_2S_4$ - $P2_1/n$; con tendencia idiomorfa y maclas polisintéticas (100), intercrece junto con arsenopirita, proustita, bournonita y tennantita en la quebrada de los Sapos, Cerro Redondo, Rinconada (Sureda y Brito, 1992).

Sulfosales basadas en estructuras tipo varilla 1D derivadas de arquetipos PbS/SnS

- Boulangerita $Pb_5Sb_4S_{11}$ - Pnam; en pequeñas cantidades fué citada para niveles superficiales de las vetas Potosí, Blanca y Chocaya-San Miguel en Mina Pirquitas (Malvicini, 1978); como inclusiones en tetraedrita de la mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.* 1978); y como inclusiones en galena de la mina Pan de Azúcar (Segal de Svetliza 1980).

- Jamesonita $FePb_4Sb_6S_{14}$ - $P2_1/a$; citada primero por Igarzábal (1969) como cristales aciculares en galena de mina Pan de Azúcar, Rinconada. También forma asociaciones fibrosas de cristales aciculares libres en geodas de rodonita, skarn OCB-306 de El Aguilar (Sureda y Amstutz, 1981).

- Berthierita $FeSb_2S_4$ - Pnam; citada en prospecto epitermal (Sb, Ag, Sn), una brecha hidrotermal alojada en un centro volcánico entre los cerros Alcoak, Panizos y Salle, Rinconada. En la paragénesis destacan estibinita, arsenopirita, pirita- marcasita > melnicovita, con menores cantidades de esfalerita, casiterita, toyohaíta, rutilo y oro (Bernhardt *et al.*, 1984; Coira *et al.*, 1984).

Sulfosales con exceso de cationes pequeños (Cu,Ag) en relación a metaloides (As,Sb,Bi)

- Tetraedrita $Cu_6[Cu_4(Fe,Zn)_2]Sb_4S_{13}$ - I43m; sulfosal muy difundida en pequeñas cantidades en las menas de muchos yacimientos metalíferos jujeños. En la sierra de Aguilar, Chinchillas, Pan de Azúcar, Olga, Romacruz, (Brodtkorb *et al.*, 1978; Segal de Svetliza, 1980; Brodtkorb, 1973b); las tetraedritas analizadas en el segundo estadio mineralizador del prospecto polimetálico Rachaite, Cochinoca, muestran bajos contenidos de As (=0,3 a 1,2 % en peso) y algunas son argentíferas con tenores entre 5 a 11 % Ag en peso (Heidorn, 2002).

- Tennantita $Cu_6[Cu_4(Fe,Zn)_2]As_4S_{13}$ - I43m; citada en depósitos polimetálicos de mina Romacruz, Cochinoca, y del prospecto Cerro Redondo, Rinconada (Brodtkorb 1973b; Sureda y Brito 1992).

- Freibergita $Ag_{4,5}Cu_2[(Cu,Ag)_4(Fe,Zn)_2]Sb_4S_{12,5}$ - I43m; todos los cobres grises analizados en la Mina Pirquitas pertenecen a esta variedad, con contenidos entre 25 a 42% Ag (Paar *et al.*, 1996); se indica su presencia también en la mina Pan de Azúcar (Segal de Svetliza, 1980).

- Pirargirita Ag_3SbS_3 - R3c; el rosicler oscuro es el más común y abundante en los depósitos metalíferos jujeños. Accesorio destacado en las minas El Aguilar, Pirquitas, Pan de Azúcar y Chinchillas (Brodtkorb *et al.*, 1978; Malvicini, 1978; Segal de Svetliza, 1980; Avila *et al.*, 1986).

- Proustita Ag_3AsS_3 - R3c; acompaña a sartorita, bournonita y arsenopirita en la quebrada de los Sapos, Cerro Redondo, Rinconada (Sureda y Brito, 1992), con

galena y tetraedrita en el prospecto polimetálico Rachaite (Heidorn, 2002).

- Polibasita $Cu(Ag,Cu)_6Ag_9Sb_2S_{11}$ - C2/m; mineral citado tempranamente en los sectores Chocaya y Potosí de la Mina Pirquitas, luego en Mina Chinchillas, Rinconada (Ahlfeld y Angelelli, 1948, Malvicini 1978, Ávila *et al.* 1986), y en el prospecto polimetálico Rachaite (Heidorn, 2002).

CLASE 3: HALOGENUROS

Halogenuros simples anhidros

- Clorargirita $AgCl$ - Fm3m; la plata seca es un componente importante de las menas oxidadas en mina La Providencia (Ag,Cu), Susques; asociada con plata, acantita, cuprita, tenorita y covellina (Lizárraga, 1981; Peralta y Sureda, 1992), también hallada en el prospecto polimetálico Rachaite (Heidorn, 2002).

- Halita $NaCl$ - Fm3m; mineral común en los salares y salinas de la Puna jujeña y comercializado desde las Salinas Grandes (Bodenbender, 1899; Ahlfeld y Angelelli 1948; Angelelli *et al.*, 1983).

- Fluorita CaF_2 - Fm3m; en cantidades pequeñas, ligado al emplazamiento de granitos mesozoicos: en la sierra de Aguilar con los granitos de Aguilar y Abra Laite (Lanfranco, 1972), en el plutón paleozoico de Castro Tolay y en el batolito jurásico de Tusaquillas (Zappettini, 1989; Cristiani, 2003); mineral infrecuente en las menas del skarn en los depósitos sedex (Zn-Pb) de la sierra de Aguilar en mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981) y en Mina Esperanza (Sureda *et al.*, 1992); en el batolito de Tusaquillas aparece en la mina homónima junto con wolframita, pirita y arsenopirita (Sgrosso, 1943; Angelelli 1984). Como mineral de ganga es muy escaso en mina Pan de Azúcar, Rinconada (Igarzábal, 1969; Segal de Svetliza, 1980).

CLASE 4: ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS

Óxidos simples con razón atómica M:O = 2:1 y 1:1

- Hielo H_2O - $P6_3/mmc$; la fase sólida del agua es un mineral de régimen estacional en Jujuy.

- Cuprita Cu_2O - Pn3m; en las vetas de calcopirita que asoman en el sector sudoriental de la sierra de Escaya, Yavi (Ahlfeld, 1948b); acompaña la oxidación de menas reducidas de Cu (calcosina, stromeyerita, calcopirita, bornita) en mina La Providencia, Susques (Peralta y Sureda, 1992).

- Tenorita CuO - C2/c; es abundante con crisocola y limonita en las vetas del cerro Escaya, Yavi (Ahlfeld 1948b); en cambio es escasa en mina La Providencia, Susques (Peralta y Sureda, 1992).

Óxidos dobles con razón M:O = 3:4

- Hercinita $FeAl_2O_4$ - Fd3m; asociado a zafiro, oro, granates, monacita y espinela en los aluviones del río Orosmayo, Puna jujeña (Zappettini y Mutti 1997).



- Magnetita FeFe_2O_4 - Fd3m; en la sierra de Aguilar existe un depósito metasomático, cerca del contacto entre el stock Aguilar y las cuarcitas ordovícicas, con un espesor que supera el metro y desde donde la magnetita se desprende en forma de rodados (Hausen, 1925; Sgrosso, 1943); también en las menas metamorizadas del skarn junto a molibdenita (Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981); microfenocristales en el volcán Tuzgle, Susques (Coira y Kay, 1993); variedades ricas en Al y Ti yacen como inclusiones monofásicas sólidas de los zafiros en los aluviones actuales del río Orosmayo y el cerro Granada, Rinconada (Zappettini y Mutti, 1997).

Óxidos simples con razón M:O = 2:3 y 3:5

- Corindón Al_2O_3 - R3c; en variedades comunes para abrasivos y se ha reconocido también en su variedad gema azul, zafiro, en los aluviones del cerro Granada, Rinconada (Zappettini, 1999).

- Hematita Fe_2O_3 - R3c; es mineral de mena en mina 9 de Octubre y sierra de Puesto Viejo a partir de la diagénesis de chamosita (Angelelli, 1941b); en el cuerpo de magnetita de la sierra de Aguilar forma cumulos de oligisto o hematita especular (Hausen, 1925; Sgrosso, 1943), en el cerro Escaya asoma en escamas íntimamente mezclada con el cuarzo y también en vetas de hematita roja en mina La Constancia, Yavi (Ahlfeld, 1948 b); como hematita roca en menas ferríferas equivalentes a Zapla aflora en sierra de Santa Bárbara (Bellman y Chomnales, 1960); también rellena los boxwork de pirita en mina Pan de Azúcar, Rinconada (Segal de Svetliza, 1980).

- Ilmenita FeTiO_3 - R3; asoma junto a magnetita como microfenocristales en el volcán Tuzgle, Susques (Coira y Kay 1993); es un accesorio destacado en la facies gabroide del stock Castro Tolay, Cochino (Cristiani, 2003).

- Perovskita CaTiO_3 - Pbnm; en los filones ultrabásicos alcalinos, asociada a magnetita y titanomagnetita, en la ribera jujeña del río Piedras, Ledesma (Méndez y Villar, 1975).

Óxidos simples con razón M:O = 1:2

- Cuarzo SiO_2 - P3,21; muy común y difundido en rocas y vetas de potencia variable asomando en formaciones precámbricas y paleozoicas. Es cuarzo blanco lechoso, compacto (Brackebush, 1879). En gran cantidad yace en vetas que penetran formaciones ordovícicas, en cerro Blanco, sierra de Escaya, Yavi (Rosco, 1969); vetas menos potentes en sierra de Rinconada (Ahlfeld, 1948a).

- Ópalo $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - CT; en colores pardo y blanco, con impurezas metálicas coloidales, acompaña en el prospecto (Sb,Fe) Doncellas, Rinconada; la informal «jujuíta» de Federico Ahlfeld (1948a).

- Lechatelierita SiO_2 - Amorfo (fulgurita); en los médanos de Huancar Grande, en el límite de los departamentos Humahuaca y Tumbaya (Fernández *et al.*, 1985).

- Rutilo TiO_2 - P4₂/mnm; distribución amplia, desde mineral accesorio en rocas ígneas a la fracción de minerales pesados en los aluviones de la Puna Jujeña (Zappettini, 1999b); accesorio en el skarn de mina El

Aguilar (Sgrosso, 1943; Brodtkorb *et al.*, 1978; Martín y Sureda, 1990).

- Casiterita SnO_2 - P4₂/mnm; presente en cantidad como mena aluvial en rodados microcristalinos del río Pircas y quebradas de Caucani-Solterio (Sgrosso, 1935). En variedad acicular fumarólica formando espinas en la arena a flor de tierra en el volcán Pululus, Rinconada, con angelellita y oligisto (Ahlfeld, 1948a; Ramdohr *et al.*, 1959); en forma coloidal «estaño madera» en los cerros Caucani-Solterio y Pululus; en las menas de Mina Pirquitas en forma granular, acicular, fibrosa, arriñonada y cripto-microcristalina (Ahlfeld, 1945; Malvicini, 1978). Es un accesorio menor en las menas de mina Pan de Azúcar, Rinconada (Chomnales, 1979; Segal de Svetliza, 1980) y en mina El Torno del distrito aurífero Rinconada (Craig y Segal, 1996; Zappettini y Segal, 1999).

- Uraninita (pechblenda) UO_2 - Fm3m; en su variedad pechblenda forma capas, cintas y bandas coloriformes en mina Rumicruz, Cochino (Chomnales *et al.*, 1960; Brodtkorb, 1973).

- Thorianita ThO_2 - Fm3m; en carbonatitas metasomáticas portadoras de Th y tierras raras, minas Isis, Osiris y Ra, Susques (Zappettini, 1999b).

- Baddeleyita ZrO_2 - P2₁/c; es su primera cita en la Argentina, cristales idiomorfos prismáticos de hasta 75 micrómetros con las formas dominantes {100}, {001} y {110}, como mineral accesorio en el gabro ordovícico que asoma en Santa Ana, Susques (Zappettini y Santos, 2008).

Óxidos dobles de estructuras variadas

- Ferberita FeWO_4 - P2/c; en minas Tusaquillas y Liquinaste alojada en fajas de greisen con cuarzo, moscovita, turmalina y topacio del batolito Tusaquillas, Cochino (Kittl, 1939) y en Mina Pirquitas (Paar *et al.*, 1996). Se presenta en su forma normal y como ferberita niobífera, esta última identificada en las minas Tusaquillas y Liquinaste, Cochino (Brodtkorb *et al.*, 2008).

- Wolframita $(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$ - P2/c; en minas Tusaquillas y Liquinaste del batolito Tusaquillas, Cochino (Kittl, 1939; Sgrosso, 1943), en mina El Aguilar, Humahuaca (Sureda, 1999).

- Cervantita SbSbO_4 - Pna2₁; por oxidación de estibinita en las vetas de Tiu Cuesta, minas Puyita, Pabellón y otras, departamento Rinconada (Ahlfeld y Angelelli, 1948; Gozávez y Ávila, 1993).

- Estibiconita $\text{SbSbO}_6(\text{OH})$ - Fd3m; parte de los ocre de antimonio en depósitos de estibinita de la Puna jujeña, en Coyahuaima, Rinconada; cerro Lina, Susques (Ahlfeld y Angelelli, 1948).

- Todorokita $(\text{Na},\text{Ca},\text{K},\square)(\text{Mn},\text{Mg},\text{Al})_6\text{O}_{12} \cdot 3\text{-}4\text{H}_2\text{O}$ - P2/m; en vetas hidrotermales con manganita, criptomelano y ranciéita, Los Alisos, afluente del río Grande de Coranzulí (Alonso *et al.*, 2004).

- Romanéchita $(\text{Ba},\text{H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$ - C2/m; en el prospecto de hierro y manganeso de Tafna, Yavi; diseminado con limonita (Sgrosso, 1943); se le ha citado para el prospecto minero Cerro Colla, en Minas Viejas (Exploración Minera de la Puna Jujeña-Primera Fase 1982).

Hidróxidos

- Goethita FeOOH - Pbnm; formando bandas coloiformes alrededor de los minerales de plata y plata nativa en Mina Pirquitas (Malvicini, 1978); en poca cantidad citada para mina Pan de Azúcar, Rinconada (Segal de Svetliza 1980) y también en el distrito aurífero Rinconada, donde se encuentra en escaso volumen en casi todas sus minas (Craig y Segal, 1996; Zappettini y Segal, 1999).
- Manganita MnO(OH) - $\text{B2}_1/\text{d}$; con todorokita, criptomelano y ranciéita (Alonso *et al.*, 2004).
- Ranciéita $(\text{Ca},\text{Mn})(\text{Mn}_{3,5}\text{O}_8) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 6/mmm; asociada con manganita, criptomelano y todorokita (Alonso *et al.*, 2004).

CLASE 5: CARBONATOS Y NITRATOS

Carbonatos simples anhidros

- Natrita $\text{Na}_2[\text{CO}_3]$ - C2/m; se presenta en masas livianas de color gris claro en varias quebradas al norte y al oeste del cerro Escaya, Yavi (Ahlfeld y Angelelli, 1948).
- Calcita $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ - R3c; es un mineral esencial en muchas rocas sedimentarias precámbricas y mesozoicas. También en los mármoles ónix Cabeza de Toba, sierra de Puesto Viejo (Ahlfeld y Angelelli 1948); en cantera Cueva del Tigre, Susques (Tuttolomondo, 1970); en cantera Pucará, distrito Cusi Cusi, Santa Catalina (Lizárraga, 1974); en el skarn de mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.* 1978), en mina Pan de Azúcar, Rinconada (Segal de Svetliza, 1980); en las carbonatitas del cerro Quepente y Castro Tolay, Cochinoaca (Zappettini, 1989); en las minas Novedad y Volcán, Tilcara (Zappettini, 1999).
- Siderita $\text{Fe}[\text{CO}_3]$ - R3c; en las minas Novedad y Volcán, Tilcara (Zappettini 1999), en el prospecto Chinchillas, Rinconada (Ávila *et al.*, 1986; Coira *et al.*, 1993) y en el distrito Pumahuasi, Yavi (Segal *et al.*, 1999).
- Rodocrosita $\text{Mn}[\text{CO}_3]$ - R3c; en cantidades muy pequeñas, es un accesorio raro en las labores a cielo abierto (OCB-306) en el skarn de la mina El Aguilar, Humahuaca.
- Smithsonita $\text{Zn}[\text{CO}_3]$ - R3c; en mina Pumahuasi junto a hemimorfita, Yavi (Angelelli *et al.* 1983) y en el prospecto Chinchillas, Rinconada (Ávila *et al.*, 1986; Coira *et al.*, 1993).
- Aragonita $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ - Pmcn; en la sierra de Puesto Viejo, en la cantera Cabeza de Toba (Ahlfeld, 1948b; Angelelli *et al.*, 1983); en mina Pumahuasi, Yavi (Ahlfeld, 1948a) y en mina Providencia, Susques (Peralta y Sureda, 1992).
- Cerusita $\text{Pb}[\text{CO}_3]$ - Pmcn; en el prospecto Chinchillas (Ávila *et al.*, 1986; Coira *et al.*, 1993); en las minas Sol de Mayo, Pulpera, General Leman y Matadero, distrito Pumahuasi (Segal *et al.*, 1999); en Pan de Azúcar, Rinconada (Igarzábal, 1969; Segal de Svetliza, 1980); en mina Providencia, Susques (Peralta y Sureda, 1992).

Carbonatos dobles anhidros

- Dolomita $\text{CaMg}[\text{CO}_3]$ - R3; mineral esencial en muchas rocas sedimentarias mesozoicas, también pre-

sente en las magnesiocarbonatitas de Castro Tolay, Cochinoaca (Zappettini, 1989); es un accesorio poco abundante en las menas del skarn de la mina El Aguilar, Humahuaca (Sureda, 1999).

- Ankerita $\text{CaFe}[\text{CO}_3]$ - R3; se presenta en las minas Pumahuasi, Chaussette, Sol de Mayo, Bélgica y La Pulpera del distrito Pumahuasi (Ahlfeld, 1948a); es un componente menor en las carbonatitas tardías del cerro Quepente y Castro Tolay, Cochinoaca (Zappettini, 1989); mineral accesorio del skarn de mina El Aguilar (Brodtkorb *et al.*, 1978); también en mina El Torno del distrito aurífero Rinconada (Craig y Segal, 1996; Zappettini y Segal, 1999).
- Kutnohorita: $\text{CaMn}[\text{CO}_3]$ - R3; mineral infrecuente en las menas del skarn de la mina El Aguilar, Humahuaca (Sureda, 1999).

Carbonatos con aniones adicionales, anhidros

- Azurita $\text{Cu}_3[\text{OH}|\text{CO}_3]_2$ - $\text{P2}_1/\text{c}$; en mina Martín Bronce, Santa Bárbara (Ávila *et al.*, 1984; Ávila, 1999); en el cerro Escaya, Yavi (Ahlfeld, 1948b); en mina Providencia, Susques (Peralta y Sureda, 1992).
- Malaquita $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2|\text{CO}_3]$ - en mina Martín Bronce, Santa Bárbara (Ávila *et al.*, 1984; Ávila, 1999); en el cerro Escaya, Yavi (Ahlfeld, 1948b); en el prospecto Chinchillas (Ávila *et al.*, 1986; Coira *et al.*, 1993) y en mina Providencia, Susques (Peralta y Sureda, 1992).
- Bismutita $\text{Bi}_2[\text{O}_2|\text{CO}_3]$ - I4/mmm; como un mineral accesorio raro, es uno de los carbonatos secundarios derivado de las menas polimetálicas en la mina Romacruz o Purísima, Cochinoaca.

CLASE 6: BORATOS

Monoboratos

- Ludwigita $\text{Mg}_2\text{Fe}[\text{O}_2|\text{BO}_3]$ - Pbam; en masas reniformes de individuos fibrosos negro azulados asociado a pirrotina, en el skarn de 9-G-257, mina El Aguilar, Jujuy (Brodtkorb *et al.*, 1978).
- Vonsenita $\text{Fe}_2\text{Fe}[\text{O}_2|\text{BO}_3]$ - Pbam; accesorio menor y ocasional de la paragénesis del skarn en la mina Esperanza, flanco oriental de la sierra de Aguilar, Humahuaca, Jujuy (Sureda *et al.*, 1992).

Triboratos

- Inyoíta $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - $\text{P2}_1/\text{a}$; en cristales idiomorfos en el yacimiento terciario Loma Blanca, Susques (Alonso, 1986; Alonso *et al.*, 1988) y en el depósito de playa actual Lagunita, región de Coranzulí (Alonso, 1986; Helvací y Alonso, 1994).
- Hidroboracita $\text{CaMg}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3]_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - $\text{P2}/\text{c}$; su presencia ha sido citada para la cuenca del salar de Cauchari en Susques, pero nunca corroborada posteriormente (Catalano, 1926).
- Colemanita $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$ - $\text{P2}_1/\text{a}$; en la base del depósito neógeno de Loma Blanca (Alonso, 1986; Alonso *et al.*, 1988), en Mina Narciso, área de Morro Blanco (Alonso, 1999a; Alonso *et al.*, 2004) y en el cerro

Negro u Overo ubicado en el extremo nororiental del salar de Cauchari, Susques (Alonso, 1986).

- Howlita $\text{Ca}_2[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_2\text{OSiB}_2\text{O}_4(\text{OH})_3]$ - P₂/c; pequeñas masas compactas en el cerro Codo del Agua, margen oriental del salar de Cauchari, departamento de Susques (Gay *et al.*, 1972).

Tetraboratos

- Tincalconita $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - R32; producto de alteración de bórax. Común en las yacencias de este mineral.

- Bórax $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ - C2/c; en el depósito terciario Loma Blanca (Alonso, 1986; Alonso *et al.*, 1988); en los salares de Cauchari (Catalano, 1926; Esteban, 2005), Turi Lari (Alonso, 1986; Muessig, 1958; Pujol, 1994) y Lina Lari (Alonso, 1986; de los Hoyos, 2007); en los géiseres y manantiales de Coyahuaima (Catalano, 1930), en los manantiales de Cañuelas y Lari (Alonso y Viramonte, 1985) y en el geiser Tropapete (Catalano, 1964).

Pentaboratos

- Ulexita $\text{CaNa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - P1; en Cerro Negro u Overo del extremo nororiental del salar de Cauchari (Alonso, 1986); en mina Loma Blanca (Alonso, 1986; Alonso *et al.*, 1988); en los salares de Cauchari (Catalano, 1926; Esteban, 2005), Olaroz (Schalamuk *et al.*, 1983), Jama (Alonso, 1986; 1999b), laguna Vilama (Alonso, 1986, 1999b), laguna Guayatayoc (Schalamuk *et al.*, 1983), Salinas Grandes (Reichert, 1907), Turi Lari (Alonso, 1986; Muessig, 1958; Pujo, 1994), Lina Lari (Alonso, 1986; de los Hoyos, 2007), Celti, Aña Laguna, Xilón, La Mucar (Alonso, 1986; 1999b), Lagunita (Alonso 1986; Helvací y Alonso 1994); y en los géiseres y manantiales: Arituzar (Barnabé, 1915), Coyahuaima (Becerra, 1887; Catalano, 1930), Volcancito, San Marcos, Cañuelas, Daniel, Ojo de Agua, Toro, Libertad, Lari, Los Bayos, Adriana, Blanca Lila, Oire y Calichar o Violeta (Alonso, 1986; Alonso y Viramonte, 1985).

Hexaboratos

- Teruggita $\text{Ca}_4\text{Mg}[\text{B}_6\text{O}_7(\text{OH})_6 + \text{OAsO}_3]_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ - P₂/a; forma nódulos blancos y fibrosos, con hábito de coliflor, en el depósito terciario Loma Blanca, departamento de Susques (Aristarain y Hurlbut, 1968).

CLASE 7: SULFATOS

Sulfatos simples anhidros

- Anhidrita $\text{Ca}[\text{SO}_4]$ - Amma; asociada con yeso se encuentran en las evaporitas fósiles del Terciario de la Puna jujeña (Alonso, 1999a).

- Celestina $\text{Sr}[\text{SO}_4]$ - Pnma; forma cristales prismáticos en geodas que afloran cerca de Casa Grande, Humahuaca (Angelelli *et al.*, 1983).

- Baritina $\text{Ba}[\text{SO}_4]$ - Pnma; mineral con significado económico, se presenta en vetas que penetran terrenos paleozoicos y precámbricos, acompañando o no a los sulfuros de plomo y zinc, en los departamentos de Yavi, Humahuaca, Cochinoca, Tumbaya y Tilcara, distritos mineros de Casillas, Pumahuasi, La Pulpera, Cangre-

jillos, Cerro Gigante, El Angosto, Uquía, Iriquez, Horconal, Chañi entre otros (Sgrosso, 1943; Schalamuk *et al.*, 1983 y Angelelli, 1984); de grano fino, sacaroidal y estratoligada a los depósitos sedex (Zn,Pb) de la sierra de Aguilar, intercala en las lutitas negras de la Formación Lampazar en mina Esperanza (Sureda y Amstutz, 1981; Sureda *et al.*, 1992; Gemmell *et al.*, 1992).

- Anglesita $\text{Pb}[\text{SO}_4]$ - Pnma; la cita inicial es de Beder (1928) para la mina Bélgica junto a otras vetas del departamento Yavi; y las mejores presentaciones conocidas yacían en zona de oxidación de las vetas plumbíferas del Cerro Purma, Tumbaya (Sgrosso, 1943; Ahlfeld y Angelelli, 1948). Es mencionado también en el prospecto Chinchillas (Ávila *et al.*, 1986; Coira *et al.*, 1993); y en mina Pan de Azúcar, Rinconada (Chomnals, 1979; Segal de Svetliza, 1980).

- Brochantita $\text{Cu}_4[(\text{OH})_6\text{SO}_4]$ - P₂/a; mineral de oxidación citado primero en el cerro Escaya, Yavi (Ahlfeld, 1948b), presente también en mina La Providencia, Susques (Ag, Cu) (Peralta y Sureda, 1992), y en Martín Bronce, Santa Bárbara (Ávila *et al.*, 1984).

- Alunita $\text{KAl}_3[(\text{OH})_6\text{I}(\text{SO}_4)_2]$ - R3m; fue citada tempranamente por Ahlfeld (1945) en la Mina Pirquitas, Rinconada, formando masas microcristalinas muy blancas junto a acantita y miargirita; en mina Pan de Azúcar, Rinconada; (Segal de Svetliza, 1980). Luego identificada en las lavas de la zona de alteración del volcán Jama (Medina, 2003).

- Jarosita $\text{KFe}_3[(\text{OH})_6\text{I}(\text{SO}_4)_2]$ - R3m; forma costras y masas terrosas en tonos ocre sobre limonita en el sombrero de hierro de la veta Potosí en la Mina Pirquitas, Rinconada (Ahlfeld, 1945); en mina Pumahuasi, Yavi (Ahlfeld y Angelelli, 1948); en mina Pan de Azúcar y prospecto Cerro Redondo, Rinconada (Segal de Svetliza, 1980; Sureda y Brito, 1992); en los afloramientos de la zona de alteración del volcán Jama (Medina, 2003) y en el prospecto polimetálico Rachaite (Heidorn, 2002).

- Plumbojarosita $\text{PbFe}_6[(\text{OH})_6\text{I}(\text{SO}_4)_2]_2$ - R3m; mineral perteneciente a la zona de oxidación de las vetas de plomo del distrito minero Pumahuasi-Cangrejillos, Yavi (Cosentino, 1969).

Sulfatos hidratados, con o sin aniones adicionales

- Szomolnokita $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ - C2/c; forma costras incoloras a amarillentas en el nivel 7¼, del sector Oploca de la Mina Pirquitas, Rinconada (Malvicini, 1978; Iradi *et al.*, 2008).

- Gunningita $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ - C2/c; C2/c; eflorescencias blancas pulverulentas, por deshidratación de boyleíta, en el nivel 7¼, del sector Oploca de la Mina Pirquitas, Rinconada (Iradi *et al.*, 2008).

- Rozenita $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - P₂/n; C2/c; agregado microcristalino incoloro, de aspecto sacaroidal y posible deshidratación de halotriquita y melanterita, Oploca, Mina Pirquitas (Iradi *et al.*, 2008).

- Boyleíta $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - P₂/n; C2/c; hábito fibroso, en masas de polvo blanco, por oxidación de esfalerita y schalenblenda, sector Oploca de la Mina Pirquitas, Rinconada (Iradi *et al.*, 2008).

- Calcantita $\text{Cu}[\text{SO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - P1; en cantidad reducida integra las menas oxidadas de cobre junto a malaquita, brochantita y azurita en la mina La Providencia, departamento de Susques (Peralta y Sureda, 1992); es más abundante en las labores de Mina Pirquitas, Rinconada.

- Hexahidrita $\text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - C2/c; forma masas y «barbas» blancas de hábito fibroso, con hebras largas de hasta 10 cm, mineral asociado con azufre, yeso y otros variados sulfatos en las fumarolas de la mina Santa Bárbara, en el departamento homónimo (Galliski y Márquez Zavalía, 1996); y en el yacimiento aurífero Santo Domingo de la sierra de Rinconada (Herrmann *et al.*, 2004).

- Melanterita $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - C2/c; es descrito en Mina Pirquitas (Malvicini, 1978); asociado con anglesita; también como oxidación de piritas-marcasita en la mina Pan de Azúcar (Segal de Svetliza, 1980), pero en general es muy común y ubicuo como producto de oxidación de piritas.

- Goslarita $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - P2,2,2; identificado en Mina Pirquitas, Rinconada (Malvicini, 1978).

- Alunógeno $\text{Al}_2[\text{SO}_4]_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ - P1; intercrecido con halotriquita y acompañado de krausita y voltaíta; masas friables blancas de microcristales tabulares en las fumarolas de la mina Santa Bárbara, en la laguna La Quinta, departamento Santa Bárbara (Galliski y Márquez Zavalía, 1996); y en costras blancas de alteración sobre lutitas piritosas ordovícicas, en la comarca del río Grande de Coranzulí (Alonso *et al.*, 2004).

- Pickeringita $\text{MgAl}_2[\text{SO}_4]_2 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ - P2,1/a; cristales aciculares incoloros en asociaciones de hábito fibroso con alunógeno, kalinita y magnesiocopiapita, en oxidación de lutitas piritosas ordovícicas, afluente del río Alumbrió, comarca del río Grande de Coranzulí (Alonso *et al.*, 2004).

- Halotriquita $\text{FeAl}_2[\text{SO}_4]_2 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ - P2,1/a; en las fumarolas de la mina Santa Bárbara, en la laguna La Quinta del departamento homónimo y en las labores antiguas del sector Oploca de la Mina Pirquitas, Rinconada (Galliski y Márquez Zavalía, 1996; Iradi *et al.*, 2008).

- Krausita $\text{KFe}[\text{SO}_4]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - P2,1/m; en cristales prismáticos cortos amarillo pálido formando rosetas de 1 mm de diámetro, con hexahidrita, alunógeno y voltaíta, en las fumarolas de la mina Santa Bárbara, departamento homónimo (Galliski *et al.*, 1990; Márquez Zavalía *et al.*, 2001).

- Voltaíta $\text{K}_2\text{Fe}_3\text{Fe}_3\text{Al}[\text{SO}_4]_{12} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ - Fd3c; costras de color verde oscuro asociados con otros sulfatos de hierro en los depósitos fumarólicos de yeso y azufre de la mina Santa Bárbara, en la laguna La Quinta, Santa Bárbara (Galliski *et al.*, 1990; Márquez Zavalía y Galliski, 1995).

- Ferrinatrilita $\text{Na}_3\text{Fe}[\text{SO}_4]_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - P3; forma cristales aciculares incoloros, de unos 100 μm , en agrupaciones estelares blancas sobre goldichita y metavoltina, en las fumarolas de la mina Santa Bárbara, laguna La Quinta, Santa Bárbara (Galliski *et al.*, 1990; Galliski y Márquez Zavalía, 1994).

- Goldichita $\text{KFe}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - P2,1/c; en microcristales amarillo pálido asociados con metavoltina y ferrinatrilita en el depósito fumarólico de azufre y yeso

de la mina Santa Bárbara, en la laguna La Quinta, Santa Bárbara (Galliski *et al.*, 1990; Márquez Zavalía y Galliski, 1995).

- Mirabilita $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - P2,1/c; citada en capas de 5 cm a un metro de potencia en el salar de Cauchari, acompañando sus boratos (Catalano, 1926; Alonso, 1999b), en el salar de Jama (Alonso, 1999b), en la laguna Vilama y en las Salinas Grandes (Argañaraz, 1999).

- Yeso $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - A2/a; mineral muy común y difundido en Jujuy, donde se presenta en paragénesis evaporíticas, sedimentarias, como también fumarólicas o geotermales y en la ganga de los yacimientos metalíferos de filiación hidrotermal, en cantidades variadas, a veces escasas.

- Magnesiocopiapita $\text{MgFe}_4[(\text{OH})_2\text{I}(\text{SO}_4)_6] \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ - P1; yace junto con alunógeno, kalinita y pickeringita en la oxidación de lutitas piritosas ordovícicas, sobre un afluente del río Alumbrió, comarca del río Grande de Coranzulí (Alonso *et al.*, 2004).

- Copiapita $\text{FeFe}_4[(\text{OH})_2\text{I}(\text{SO}_4)_6] \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ - P1; forma un fieltro de finos cristales amarillos sobre halotriquita en el sector Oploca de la Mina Pirquitas, departamento Rinconada (Iradi *et al.*, 2008).

- Sideronatrilita $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{OH}(\text{SO}_4)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - Pnm; en cristales aciculares amarillos o incoloros, de 200 micrómetros promedio, asociados con yeso, ferrinatrilita, voltaíta, metavoltina y halita, en la mina Santa Bárbara del departamento homónimo (Galliski y Lomniczi de Upton, 1992).

- Metavoltina $\text{K}_2\text{Na}_6\text{FeFe}_6[\text{O}_2\text{I}(\text{SO}_4)_{12}] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ - P3; con ferrinatrilita, voltaíta y goldichita en los depósitos fumarólicos de yeso y azufre de la mina Santa Bárbara, en la laguna La Quinta, departamento Santa Bárbara (Galliski *et al.*, 1990; Márquez Zavalía y Galliski, 1995).

CLASE 8: FOSFATOS, ARSENIATOS Y VANADATOS

Fosfatos, arseniatos y vanadatos anhidros, con o sin otros aniones

- Monacita $\text{Ce}[\text{PO}_4]$ - P2,1/n; con zircón y almandrita son minerales accesorios menores en la lignimbrita Coyahuaima (Caffe y Trumbull, 2008).

- Angelellita $\text{Fe}_4[\text{O}_3\text{I}(\text{AsO}_4)_2]$ - P1; forma cristales pardo oscuro de brillo adamantino, junto con casiterita acicular y oligisto o hematita especular en las fumarolas del volcán Pululus, Rinconada (Ramdohr *et al.*, 1959).

- Fluorapatita $\text{Ca}_5[\text{F}(\text{PO}_4)_3]$ - P6,3/m; mineral accesorio menor en las rocas del skarn de El Aguilar, Humahuaca (Sgrosso, 1943; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Gemmell *et al.*, 1992; Cristiani, 2003); cristales prismáticos bastante grandes acompañando el granito biotítico en la mina de wolframio Tusaquillas, en el batolito homónimo, Cochinoca (Sgrosso, 1943); en los filones capa de queratófiro en El Peladar y Santa Ana, Susques; abundante en el Granito Las Burras, Cochinoca (Zappettini, 1989); en filones de lamprófiros alcalinos en Río Grande y sus xenolitos, Humahuaca, hay fenocristales de apatita con elevado contenido de estroncio (Hauser *et al.*, en prensa).



Fosfatos, arseniatos y vanadatos hidratados, con o sin otros aniones

- Eritrina $\text{Co}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ - C2/m; las flores de cobalto son citadas como el producto de oxidación de cobaltita en mina Chorrillos, Tumbaya; pero su presencia es aún incierta, pues nunca se ha vuelto a hallar este mineral (Chomnales, 1981).

- Annabergita $\text{Ni}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ - C2/m; las flores de níquel son citadas como el producto de oxidación principal de niquelina en mina Purísima, Cochinoca (Chomnales *et al.*, 1960).

- Wavellita $\text{Al}_3[(\text{OH})_3|\text{PO}_4]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - Pcmn; en costas blancas y masas nodulares amarillentas fue citada en las localidades de Azul Pampa, Iturbe, Santa Victoria y quebradas de Ovara y Sapagua en los niveles fosfáticos de estratos ordovícicos coquinoideos (Fernández, 1987).

- Autunita $\text{Ca}_3[\text{UO}_2|\text{PO}_4]_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - I4/mmm; mineral radiactivo en paragénesis con torbernita y meta-autunita, asociación relacionada con vetas de cuarzo, cuarzo ahumado, turmalina, mica y fluorita violeta en el área Sauzalito, SE del Batolito de Tusaquillas, Cochinoca (Guidi y Burgos, 1984; Saulnier *et al.*, 1984; Zappettini, 1999a).

- Torbernita $\text{Cu}_3[\text{UO}_2|\text{PO}_4]_2 \cdot 10-12\text{H}_2\text{O}$ - I4/mmm; mineral radiactivo en paragénesis con autunita y meta-autunita, asociación relacionada con vetas de cuarzo, cuarzo ahumado, turmalina, mica y fluorita violeta en el área Sauzalito, SE del Batolito de Tusaquillas, Cochinoca (Guidi y Burgos, 1984; Saulnier *et al.*, 1984; Zappettini, 1999a).

- Meta-autunita $\text{Ca}[\text{UO}_2|\text{PO}_4]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - P4/nmm; mineral radiactivo en paragénesis con autunita y torbernita, asociación relacionada con vetas de cuarzo, cuarzo ahumado, turmalina, mica y fluorita violeta en el área Sauzalito, SE del Batolito de Tusaquillas, Cochinoca (Guidi y Burgos, 1984; Saulnier *et al.*, 1984; Zappettini, 1999a).

CLASE 9: SILICATOS

Nesosilicatos

- Forsterita $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ - Pbnm; se presenta como micro-fenocristales en las coladas más jóvenes de los basaltos shoshoníticos del volcán Tuzgle, Susques (Coira y Kay, 1993); en los filones alcalinos lamproíticos, río Grande, Humahuaca, fenocristales con Fo = 86 a 76% (Hauser *et al.*, 2008).

- Fayalita $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ - Pbnm; como mineral accesorio en la litofacies porfírica del plutón de Abra Laite, Cochinoca (Zappettini, 1989).

- Almandino $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ - Ia3d; en las facies de corneanas hornbléndicas y piroxénicas de la sierra de Aguilar, en las aureolas metamórficas de los granitos mesozoicos (Lanfranco, 1972; Brodtkorb *et al.*, 1978); en el stock granítico de Abra Laite yace diseminado y se interpreta como restítico, generado en corteza media y con contenidos homogéneos e inferiores al 4% de Ca, Mg y Mn (Cristiani, 2003); en la Ignimbrita Coyaguaima, Rinconada, de génesis magmática, en pequeños cristales

sin zonaciones, con monacita y zircón (Caffe y Trumbull, 2008). En los aluviones del río Orosmayo, Rinconada, fue analizado con componente almandino hasta 61,28% (Zappettini y Mutti, 1997).

- Spessartina $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ - Ia3d; parte de la serie spessartina-grossularia-andradita en el skarn de mina El Aguilar. Es el granate dominante en esta paragénesis Sp: 78-26%, es subcálcico con altos contenidos de manganeso y hierro (Gemmell *et al.*, 1992; Sureda y Martín, 1990). En los aluviones del río Orosmayo, Rinconada, fue analizado con componente spessartina hasta 59,20% (Zappettini y Mutti, 1997).

- Grossularia $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ - Ia3d; parte de la serie spessartina-grossularia-andradita en el skarn de mina El Aguilar, con Gr: 52-8 (Gemmell *et al.*, 1992; Sureda y Martín, 1990).

- Andradita $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ - Ia3d; el componente más escaso de la serie spessartina-grossularia-andradita en el skarn de mina El Aguilar, con Ad: 14-0 (Gemmell *et al.*, 1992).

- Zircón $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$ - I4₁/amd; mineral accesorio en el skarn de mina El Aguilar, Humahuaca (Brown, 1941; Sgrosso, 1943; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Gemmell *et al.*, 1992; Sureda, 1999); con monacita y almandino en la Ignimbrita Coyaguaima (Caffe y Trumbull, 2008); como inclusiones junto a epidoto y apatita en la Granodiorita Quepente, Susques; en el Granito Las Burras, Cochinoca; asociado con turmalina azul y apatita; e incluyendo hornblenda en el stock de monzodiorita de Castro Tolay (Zappettini, 1989). Zircón recuperado para análisis, geocronología U-Pb con el método SHRIMP: en el plutón de Abra Laite, Cochinoca, 153±4 Ma (Cristiani, 2003); en el granito Chañi, Tumbaya, 511±3 Ma (Zappettini *et al.*, 2008); y en plutones graníticos de la faja eruptiva de la Puna oriental (Zappettini, este volumen).

- Thorita (Th,U)[SiO₄] - I4₁/amd; este mineral yace en carbonatitas metasomáticas portadoras de Th y tierras raras, formando parte de la mena nuclear en las minas Isis, Osiris y Ra, Susques (Zappettini, 1999).

- Andalucita $\text{Al}_2[\text{O}|\text{SiO}_4]$ - Pnm; se presenta en las facies de corneanas hornbléndicas y piroxénicas de la aureola de metamorfismo de contacto del Granito Aguilar (Lanfranco, 1972; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda, 1999); acompaña al topacio en el granito biotítico del Batolito compuesto de Tusaquillas, Cochinoca (Zappettini, 1989); también en los xenolitos asociados a domos dacíticos terciarios de Minuyoc y Pan de Azúcar en Puna jujeña, Rinconada (Caffe, 1999).

- Topacio $\text{Al}_2[(\text{F},\text{O},\text{H})_2|\text{SiO}_4]$ - Pbnm; las mejores presentaciones asoman en los greissen del Batolito compuesto de Tusaquillas, Cochinoca; con fluorita, muscovita y wolframita (Zappettini, 1989).

- Titanita $\text{CaTi}[\text{O}|\text{SiO}_4]$ - C2/c; es un mineral escaso en el skarn de mina El Aguilar (Brown, 1941; Sgrosso, 1943; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda, 1999).

- Dumortierita $\text{Al}_6(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe},\square)[(\text{O},\text{OH})_3|\text{BO}_3|\text{SiO}_4]_3$ - Pmcn; configura finos cristales aciculares celestes diseminados en escasa cantidad en litofacies de sienogranito blanco de dos micas que asoma al norte de la

quebrada Abra Laite, Rinconada. En este intrusivo Cristiani (2003) también halló raros cristales prismáticos azules de dumortierita formando geodas de cuarzo y turmalina.

Sorosilicatos

- Hemimorfita $Zn_4[(OH)_2|Si_2O_7] \cdot H_2O$ - Imm2; forma costras de cristales fibrorradiados blancos a gris azulados en mina Pumahuasi, Yavi (Beder, 1928); y en drusas de cristales euhedrales con smithsonita en escombreras de mina La Pulpera, Yavi (Ahlfeld y Angelelli, 1948).

- Manganaxinita $CaMnAl_2B[O|OH|(Si_2O_7)_2]$ - P1; forma cristales blanco amarillentos junto con calcita, vesuvianita y granate en el skarn de mina El Aguilar (Sureda y Martín, 1990; Sureda, 1999).

- Ilvaíta $Ca(Mn,Fe)_2Fe[O|OH|Si_2O_7]$ - P2₁/a; cristales verdes de serie ilvaíta-vonsenita intercrecen con pirrotina y esfalerita en el skarn del cerro Toro de mina El Aguilar (Sureda, 1999); también en la paragénesis de skarn en mina Esperanza (Sureda *et al.*, 1992).

- Clinozoicita $Ca_2AlAl_2[O|OH|SiO_4|Si_2O_7]$ - P2₁/m; en sierra de Aguilar es citado por primera vez para el skarn de mina El Aguilar (Angelelli, 1950; Gay, 1960); también constituye un mineral menor de las menas del skarn en mina Esperanza (Sureda *et al.*, 1992).

- Epidoto $Ca_2(Fe,Al)Al_2[O|OH|SiO_4|Si_2O_7]$ - P2₁/m; en cristales color verde claro a gris verdoso, en comparación a vesuvianita, es bastante escaso entre los minerales verdes afines del skarn de mina El Aguilar (Angelelli, 1950; Ahlfeld, 1955; Gay, 1960; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Gemmell *et al.*, 1992), algo más abundante en mina Esperanza (Sureda *et al.*, 1992).

- Allanita-Ce $Ca_2(Ce,La)Fe(Al,Fe)_2[O|OH|SiO_4|Si_2O_7]$ - P2₁/m; identificado en ignimbritas del prospecto nuclear sito en el domo de Aguiliri (Vullien y Saulnier, 1985); y como mineral accesorio del complejo dómico del terciario de Puna jujeña en Pan de Azúcar, Rinconada (Caffe *et al.*, 2002).

- Zoicita $Ca_2Al_3[O|OH|SiO_4|Si_2O_7]$ - Pnma; en la paragénesis del skarn de mina El Aguilar con vesuvianita, epidoto, rodonita, bustamita, ankerita, dolomita, apatita y zircón (Ahlfeld, 1955; Gay, 1960; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda y Martín, 1990; Sureda, 1999).

- Vesuvianita $Ca_{19}Al_{10}(Mg,Fe)_3[(OH,F)_{10}|(SiO_4)_{10}|(Si_2O_7)_4]$ - P4/nnc; en agregados poligranulares y en cristales prismáticos, de color verde profundo y menos común pardos, es muy abundante en el skarn de mina El Aguilar (Ahlfeld, 1955; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda y Martín, 1990). Puede contener más del 20% de tierras raras, con predominio de cerio y menores proporciones de lantano, neodimio y praseodimio (Gemmell *et al.*, 1992).

Ciclosilicatos

- Cordierita $(Mg,Fe)_2(Al_2Si)[(Al_2Si_4O_{18})]$ - Cccm; en nódulos de las facies de corneanas moteadas en la aureóla metamórfica del Granito Aguilar (Lanfranco, 1972; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda, 1999); en las corneanas moteadas que afloran en el extremo sur del Batolito de Tusaquillas (Zappettini, 1989); también en la mineralogía de la Riolita Corral Negro jun-

to con plagioclasa, biotita y exiguo cuarzo e ilmenita del centro Pairique, Rinconada (Caffe *et al.*, 2007).

- Turmalina $(Na,Ca) Mg_3Al_6[(OH,F)|(OH,O)_3|(BO_3)_3|Si_6O_{18}]$ - R3m; la especie chorlita, en cristales prismáticos negros, está muy difundida como mineral accesorio menor en los granitos mesozoicos de Tusaquillas, Abra Laite y Aguilar, en especial en el stock de Abra Laite donde chorlita forma soles fibrorradiados y geodas en cristales de 10 cm de largo (Sgrosso, 1943; Lanfranco, 1972; Cristiani, 2003). Como turmalinita en niveles estratigráficos de inhalitas-exhalitas boríferas sobre el manto sedex (Zn-Pb) de mina Esperanza, sierra de Aguilar (Sureda *et al.*, 1992). Cristales de elbaíta en su variedad indigolita, cristales fibroparalelos azules asociados con apatita, fueron hallados en el Granito Las Burras, Cochinoca (Zappettini, 1989). Buergerita fue determinada en el episodio de turmalinización del prospecto polimetálico Rachaite, Cochinoca (Heidorn, 2002). Los análisis de isótopos de boro realizados sobre turmalinas en pegmatitas, granitoides, migmatitas y metamorfitas de la provincia de Jujuy han comprobado su pertenencia específica a chorlita, ebaíta y dravita, con una fuente cortical homogénea de boro ($\delta^{11}B = -12$ a $-5,3$ ‰) del Paleozoico inferior e influencia talasocrática mínima, la cual habría alimentado la mineralogénesis de turmalinas y boratos durante el Fanerozoico (Kasemann, 1999; Kasemann *et al.*, 2000).

Inosilicatos

Familia de los piroxenos

- Enstatita $(Mg,Fe)_2[Si_2O_6]$ - Pbc₂; forma microfenocristales en andesitas de la pre-plataforma y la posplataforma del volcán Tuzgle, Susques (Coira y Kay, 1993) y menos frecuente, integrando los domos dacíticos de Pan de Azúcar y Aguiliri, Rinconada (Caffe *et al.*, 2002). La variedad hipersteno fue citada como mineral abundante en las magnesiocarbonatitas llamadas beforitas hipersténicas, río de las Burras, Cochinoca (Zappettini, 1989).

- Diópsido $CaMg[Si_2O_6]$ - C2/c; cristales transparentes e idiomorfos verde claro incluyen masas de galeña en mina El Aguilar (Gay, 1960), y también es el piroxeno dominante del skarn de esta mina en agregados poligranulares (Brown, 1941; Spencer, 1950; Ahlfeld, 1955; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda, 1999). Sobre 25 análisis, en la serie monoclinica de piroxeno Di-Hd-Jo, diópsido es el mejor representado con contenidos Di:80-20; donde el 90% analizado tiene más del 50% en Di (Gemmell *et al.*, 1992). El diópsido es también componente esencial en el skarn de mina Esperanza (Sureda *et al.*, 1992). Los análisis de Cristiani (2003) lo confirman casi puro, entre diópsido y salita, siempre con menos del 8% de Fe para ejemplares de mina El Aguilar.

- Hedenbergita $CaFe[Si_2O_6]$ - C2/c; Pastore fue el primero en detectar los contenidos altos en Fe, Mn y Zn en esta serie para mina El Aguilar, mineral que describió como jeffersonita, nombre hoy obsoleto para señalar hedenbergita con contenidos anómalos de Mn y Zn



(Sgrosso, 1943; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda y Martín, 1990b). Los análisis químicos de Gemmell *et al.* (1992) indican una abundancia media, con contenidos Hd:55-10.

- Johannsenita $\text{CaMn}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ - C2/c; en mina El Aguilar representa el componente menos común en esta serie de piroxenos monoclinicos, con contenidos Jo:35-15 (Gemmell *et al.*, 1992).

- Augita $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al},\text{Ti})[(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6]$ - C2/c; En los lamprófiros de la sierra de Aguilar es accesorio menor de las odinitas y como titanoaugita alcanza el 30% modal de las espesartitas (Lanfranco, 1972); en la mina El Aguilar es un mineral muy escaso generalmente asociado con bustamita y corresponde a una augita subcálcica ($Z//c = 48^\circ$) (Brodtkorb *et al.*, 1978, Sureda y Amstutz, 1981); en los lamprófiros asociados al Batolito de Tusaquillas y en la litofacies gábrica del stock Castro Toley (Cristiani 2003).

Familia de los anfíboles

- Tremolita $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[(\text{OH},\text{F})|\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ - C2/m; en finos prismas incoloros, grises o amarillentos, de hábito acicular en agregados fibrosos es algo escaso junto a las menas del skarn en mina El Aguilar en comparación con actinolita (Brown, 1941; Spencer, 1950; Ahlfeld, 1955; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981), y en mina Esperanza (Sureda *et al.*, 1992); un accesorio menor de la diorita de El Peladar, Cochino (Zappettini, 1989).

- Actinolita $\text{Ca}_2(\text{Mn},\text{Mg},\text{Fe})_5[\text{OH}|\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ - C2/m; como mineral esencial del skarn de la sierra de Aguilar (Ahlfeld, 1955; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Sureda, 1999) donde los análisis de Gemmell *et al.* (1992) confirman el predominio de actinolita sobre tremolita; en filones capas de diorita que penetran estratos ordovícicos en El Peladar, Cochino, aparece en grandes cristales junto con tremolita (Zappettini, 1989).

- Magnesiohornblenda $\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_4(\text{Al},\text{Fe},\text{Fe})[(\text{OH})_2|(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{11}]$ - C2/m; en fenocristales se recupera desde los domos dacíticos de Casa Colorada y Minuyoc, Rinconada (Caffe, 1999).

- Tschermakita $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Al}_2[(\text{OH})_2|\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ - C2/m; los anfíboles de los domos dacíticos Casa Colorada y Minuyoc, Rinconada; son clasificados como tschermakita a Mg-honblenda y ocurre en escasas proporciones (Caffe *et al.*, 2002).

- Pargasita $\text{NaCa}_2\text{Mg}_4\text{Al}[(\text{OH})_2|\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}]$ - C2/m; como microfenocristales en andesitas y dacitas en las secuencias volcánicas más antiguas del volcán Tuzgle (Coira y Kay, 1993).

Inosilicatos con cintas de periodo triple o quintuple en cadenas múltiples

- Wollastonita $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ - P1; en agregados masivos fibrosos incoloros o blancos, o en texturas de oclusión mutua con granates, esfalerita, diópsido, rodonita, bustamita y actinolita, es un mineral común del skarn de mina El Aguilar en especial en el cerro Fraile; a veces suele configurar capas monominerales del exoskarn

(Brown, 1941; Sgrosso, 1943; Ahlfeld, 1955; Brodtkorb *et al.*, 1978; Sureda y Amstutz, 1981; Gemmell *et al.*, 1992).

- Bustamita $\text{Ca}_3(\text{Mn},\text{Ca})_3[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$ - P1; con hábito fibroso a tabular grueso, a veces radiado, en colores pardos, gris amarillento a rosado, es común en el skarn de mina El Aguilar en estrecha asociación con rodonita, menos común con calcita, wollastonita, granates y vesubiana (Ahlfeld, 1955; Brodtkorb *et al.*, 1978; Gay y Gordillo, 1979; Sureda y Martín, 1990; Sureda, 1999).

- Rodonita $\text{Ca}_3(\text{Mn},\text{Ca})_3\text{Mn}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]_5$ - C1; mineral característico, junto con bustamita, del skarn de mina El Aguilar, de donde proceden los mejores ejemplares argentinos, de color rosado fuerte a rojo vivo, para exhibición museológica. En cristales tabulares gruesos de hábito espático y excelente clivaje (Brown, 1941; Sgrosso, 1943; Spencer, 1950; Ahlfeld, 1955; Brodtkorb *et al.*, 1978; Gay y Gordillo, 1979; Sureda y Martín, 1990; Gemmell *et al.*, 1992; Sureda, 1999).

Filosilicatos

- Muscovita $\text{KAl}_2[(\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ - C2/m; la mica blanca es muy común en rocas magmáticas y depósitos minerales de la provincia de Jujuy, pero existen muy pocos análisis realizados sobre este mineral, donde la mica del Batolito de Tusaquillas tiene tenores altos en Fe y Mg (Cristiani, 2003). Presente en la alteración hidrotermal filica del prospecto polimetálico Rachaite (Heidorn, 2002).

- Flogopita $\text{KMg}_3[(\text{F},\text{OH})_2|\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ - C2/m; es un mineral accidental en la unidad de plataforma antigua del volcán Tuzgle, Susques (Coira y Kay, 1993); también presente en diques alcalinos lamprofíricos de la quebrada de Yacoraite, Humahuaca (Hauser *et al.*, 2008).

- Biotita $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[(\text{OH},\text{F})_2|\text{Al}(\text{Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}]$ - C2/m; la mica negra es un mineral muy común en rocas ígneas y metamórficas de la provincia de Jujuy, pero aún son muy limitados sus análisis químicos, por ejemplo, los realizados sobre las secuencias extrusivas del volcán Tuzgle, Susques (Coira y Kay 1993) y en el domo de Pan de Azúcar (Caffe *et al.*, 2002).

- Crisocola - $\text{Cu}_4\text{H}_4[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ - mmm; abundante mineral de oxidación de las vetas cupríferas del cerro Escaya, Yavi (Ahlfeld 1948b), en la paragénesis hipergénica de mina La Providencia, Susques (Lizárraga, 1981; Peralta y Sureda, 1992).

- Pirosmalita $(\text{Mn},\text{Fe})_8[(\text{OH},\text{Cl})_{10}|\text{Si}_6\text{O}_{15}]$ - P3m1; es un mineral poco frecuente de las paragénesis del skarn de mina El Aguilar, en cristales prismáticos y tabulares pardo-rojizos que acompañan una asociación dominante de calcita, cuarzo y spessartina, con muy buenos ejemplares recuperados de 10-B₂B₃-343 (Gay y Sureda, 1972).

- Cloritas: micas verdes casi isotropas, de alteración hipogénica o hipergénica, se mencionan como clorita *sensu lato* en varias localidades, sin definir especie concreta en el grupo clorita-sudoíta, en numerosos trabajos petrográficos. A partir de biotita en mina La Constancia (Fe) y la diorita del cerro Escaya, Yavi (Sgrosso, 1943). En la sierra de Aguilar, Humahuaca, los elevados contenidos de Fe y Mn junto a los bajos de Mg y Si en

las cloritas analizadas, las ubican más cerca de chamosita o pennantita que de clinocloro o sudoíta (Gemmell *et al.*, 1992).

- Chamosita $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_3[(\text{OH})_2 | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_3(\text{OH})_6$ - C2/m; es mineral de mena primaria oolítica en la cuenca ferrífera silúrica de Zapla - Puesto Viejo que se extiende entre Bolivia y Salta (Boso y Monaldi, 1990, 1999) configurando la Provincia Ferrífera Sedimentaria Centroandina, Chomnales, 1978b; Sureda y Galliski, 1989); presente en mina 9 de Octubre, Cerro Labrador, Puesto Viejo (Angelelli, 1941, 1946; Ahlfeld, 1948b), los estratos ferríferos portando este mineral también asoman en sierra de Santa Bárbara (Bellman y Chomnales, 1960).

TECTOSILICATOS

- Ortoclasa $(\text{K}, \text{Na})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8]$ - C2/m; presente en rocas plutónicas paleozoicas y mesozoicas, granitos, granodioritas, monzonitas y sienitas de la provincia de Jujuy; asociado con microclino en la granodiorita de Escaya, Yavi (Sgrosso, 1943); también yace con microclino en la granodiorita hornblendo-biotítica del stock de Aguilar (Lanfranco, 1972; Cristiani, 2003); aparece en el Batolito compuesto de Tusaquillas, en el leucogranito de dos micas, en el granito biotítico, en el pórfiro granítico, en el granito muscovítico y en los diques de sienita, diorita, riolita, aplita y pegmatita (Zappettini, 1989; Cristiani, 2003).

- Microclino $(\text{K}, \text{Na})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8]$ - P1; asociado con ortoclasa en la granodiorita de Escaya, Yavi (Sgrosso, 1943); también yace con ortoclasa en la granodiorita hornblendo-biotítica del stock de Aguilar (Lanfranco, 1972; Cristiani, 2003); es componente menor en ciertas litofacies, microgranitos y pegmatitas, del batolito Tusaquillas y de los plutones menores de Castro Tolay y Abra Laite (Zappettini, 1989; Cristiani, 2003).

- Sanidina $(\text{K}, \text{Na})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8]$ - C2/m; configura fenocristales en las andesitas de pre-plataforma del volcán Tuzgle, Susques (Coira y Kay, 1993).

- Buddingtonita $(\text{NH}_4)[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ - P2₁; descubierto con espectrometría SWIR junto a adularia en la alteración potásica de mina Pan de Azúcar, Rinconada (Godeas y Litvak, 2004).

- Albita $\text{Na}[\text{Si}_3\text{AlO}_8]$ - C1; mineral citado como un componente esencial en algunas litofacies del complejo espilitico-queratofídico Santa Ana y en El Peladar, Susques (Zappettini, 1989).

- Andesina $(\text{Na}, \text{Ca})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8]$ - C1; asociado con ortoclasa en la dacita de Escaya, Yavi (Sgrosso 1943; se halla en forma de fenocristales en las andesitas jóvenes del volcán Tuzgle (Coira y Kay, 1993); citado en el domo dacítico de Pan de Azúcar (Caffe *et al.*, 2002).

- Labradorita $(\text{Ca}, \text{Na})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8]$ - C1; en algunos lamprófiro de la sierra de Aguilar, como mineral esencial de las kersantitas (Lanfranco, 1972; Cristiani, 2003).

- Helvina $\text{Mn}_2[\text{Si}(\text{BeSiO}_4)_2]$ - P43n; mineral accesorio raro en las menas del skarn de El Aguilar, hallado solo en OCB-306 y en 10-B₂B₃-343, muestra cristales idio-

morfos hemiédricos pardo-amarillos con formas simples de tetraedro {111} de hasta 3 cm de arista (Brodtkorb *et al.*, 1978).

- Escapolita $(\text{Ca}, \text{Na})_4(\text{Cl}, \text{CO}_3)[(\text{Al}, \text{Si})_{12}\text{O}_{24}] \cdot \text{P}_4/n$; en mina El Aguilar muestra los términos medios de la serie, mizzonita con $\text{Me}_{48}\text{-Ma}_{52}$, en agregados fibrosos verde claro (Brodtkorb *et al.*, 1978; Gemmell *et al.*, 1992).

La Tabla 1 expone, en un orden alfabético, las treinta y cinco especies minerales argentinas halladas al presente en nuestro país, indicando los cinco minerales descubiertos en la provincia de Jujuy: angelellita, coiraíta, pirquitasita, suredaíta y teruggita, donde los tres medios proceden de la Mina Pirquitas y todos pertenecen al departamento Rinconada de la Puna jujeña, con sus yacencias por encima de los 3.000 metros sobre el nivel del mar.

REFERENCIAS

- Ahlfeld, F., 1945. Geología de los yacimientos de estaño madera de Macha (Bolivia) y de yacimientos similares del noroeste argentino. Notas del Museo de La Plata, 10: 1-36. La Plata.
- Ahlfeld, F., 1948a. Estudios geológicos de yacimientos minerales de la provincia de Jujuy. 1ra Parte. Instituto de Geología y Minería, UNT. Publicación, 455. 85 pág. Jujuy.
- Ahlfeld, F., 1948b. Estudios geológicos de yacimientos minerales de la provincia de Jujuy. 2da Parte. Instituto de Geología y Minería, UNT. Publicación, 474. 65 pág. Jujuy.
- Ahlfeld, F. y Angelelli V., 1948. Las especies minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Minería, UNT. 304 pág. Jujuy.
- Ahlfeld, F., 1955. Geologie der Blei-Zinkerzlagstätte Aguilar (Argentinien). Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen, Band 8, Heft 12:1-6. Stuttgart.
- Alonso, R.N., 1986. Ocurrencia, posición estratigráfica y génesis de los depósitos de boratos de la Puna Argentina. Tesis Doctoral. FCN, Universidad Nacional de Salta. 196 pág. Salta. Inédita.
- Alonso R.N., 1999a. Boratos Terciarios de la Puna, Jujuy, Salta y Catamarca. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 1779-1826. Buenos Aires.
- Alonso, R.N., 1999b. Los salares de la Puna y sus recursos evaporíticos, Jujuy, Salta y Catamarca. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 1907-1921. Buenos Aires.
- Alonso, R.N. y Viramonte, J.G., 1985. Géiseres boratíferos de la Puna Argentina. Actas 4º Congreso Geológico Chileno, 2: 23-44. Antofagasta.
- Alonso, R.N., Helvací, C., Sureda, R.J. and Viramonte, J., 1988. A new tertiary borax deposit in the Andes. Mineralium Deposita, 23 (4): 299-305.
- Alonso, R.N., Ruiz, T. del V. y Quiroga, A.G., 2004. Nueva localidad con colemanita en la Puna argentina (mina Narciso, departamento de Susques, Jujuy). Actas 7º Congreso de Mineralogía y Metalogía: 1-6. Río Cuarto.

NÓMINA DE LAS ESPECIES MINERALES ARGENTINAS, INDICANDO LAS HALLADAS EN JUJUY				
Nº	Mineral	Composición - Simetría	Localidad tipo	Año
1.	Ameghinita	$\text{Na}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_4] - \text{C}2/\text{c}$	Mina Tincalayu, Los Andes, Salta.	1967
2.	Angelaíta	$\text{Cu}_2\text{AgPbBiS}_4 - \text{P}2_1/\text{n}$	Mina Ángela, Gastre, Chubut.	2003
3.	Angelellita	$\text{Fe}_4[\text{O}_3(\text{AsO}_4)_2] - \text{P}1$	Cerro Pululus, Rinconada, Jujuy.	1959
4.	Aristarainita	$\text{Na}_2\text{Mg}[\text{B}_6\text{O}_8(\text{OH})_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} - \text{P}2_1/\text{a}$	Mina Tincalayu, Los Andes, Salta.	1974
5.	Bederita	$\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{Mn}_4[\text{PO}_4]_6 - \text{mmm}$	El Peñón, Sierra de Cachi, Salta.	1999
6.	Benyacarita	$\text{KMn}_2\text{Fe}_2\text{Ti}[\text{F}_{21}(\text{PO}_4)_4] \cdot 15\text{H}_2\text{O} - \text{Pbca}$	Cerro Blanco, Tanti, Córdoba.	1997
7.	Beusita	$(\text{Ca}, \text{Mn})(\text{Mn}, \text{Fe})_2[\text{PO}_4]_2 - \text{P}2_2/\text{c}$	Los Aleros, Pringles, San Luis	1968
8.	Brackebuschita	$\text{Pb}_2(\text{mn}, \text{Fe})[\text{OH}(\text{VO}_4)]_2 - \text{P}2_1/\text{m}$	Venus, El Guaico, Córdoba	1883
9.	Brodtkorbite	$\text{Cu}_2\text{HgSe}_2 - \text{P}2_1/\text{n}$	Tuminico, Cerro Cacho, La Rioja	2002
10.	Calcomenita	$\text{CuSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{P}2_12_1$	Cerro Cacheuta, Luján, Mendoza.	1881
11.	Catalanoíta	$\text{Na}_2\text{H}[\text{PO}_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O} - \text{Ibca}$	Laguna de Santa María, Salta	2002
12.	Catamarcaíta	$\text{Cu}_6\text{GeWS}_8 - \text{P}6_3/\text{mmc}$	Mina Capillitas, Catamarca.	2003
13.	Cobaltomenita	$\text{CoSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{P}2_1/\text{n}$	Cerro Cacheuta, Luján, Mendoza.	1882
14.	Coiraíta	$(\text{Pb}, \text{Sn})_{12.5}\text{Sn}_5\text{FeAs}_3\text{S}_{28} - \text{P}2/\text{m}$	Mina Pirquitas, Rinconada, Jujuy.	2008
15.	Descloizita	$\text{Pb}(\text{Zn}, \text{Cu})[\text{OH}(\text{VO}_4)] - \text{Pnam}$	Venus, El Guaico, Córdoba.	1854
16.	Ezcurrita	$\text{Na}_2[\text{B}_5\text{O}_7(\text{OH})_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{P}2_1/\text{c}$	Mina Tincalayu, Los Andes, Salta.	1957
17.	Famatinita	$\text{Cu}_3\text{SbS}_4 - \text{I}42\text{m}$	La Mejicana, Famatina, La Rioja.	1873
18.	FeTiwodginita	$\text{FeTiTa}_2\text{O}_8 - \text{C}2/\text{c}$	San Elías, La Estanzuela, San Luis	1999
19.	Huemulita	$\text{Na}_4\text{Mg}_2[\text{V}_{10}\text{O}_{28}] \cdot 24\text{H}_2\text{O} - \text{P}1$	Mina Huemul, Malargüe, Mendoza	1966
20.	Jagüeíta	$\text{Cu}_2\text{Pd}_3\text{Se}_4 - \text{P}2_1/\text{c}$	Mina El Chire, G Lavalle, La Rioja	2004
21.	Klockmannita	$\text{CuSe} - \text{P}6_3/\text{mmc}$	Cerro Cacho, Umango, La Rioja.	1928
22.	Mendozita	$\text{NaAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O} - \text{C}2/\text{c}$	San Juan, cerca de Mendoza.	1828
23.	Molibdomenita	$\text{PbSeO}_3 - \text{P}2_1/\text{m}$	Cerro Cacheuta, Luján, Mendoza.	1882
24.	Pirquitasita	$\text{Ag}_2\text{ZnSnS}_4 - \text{I}42\text{m}$	Mina Pirquitas, Rinconada, Jujuy.	1982
25.	Preisingerita	$\text{Bi}_3[\text{O}(\text{OH})(\text{AsO}_4)_2] - \text{P}1$	Mina San Francisco, San Juan.	1981
26.	Putzita	$\text{Cu}_5\text{Ag}_3\text{GeS}_6 - \text{F}43\text{m}$	Mina Capillitas, Catamarca.	2004
27.	Rivadavita	$\text{Na}_6\text{Mg}[\text{B}_6\text{O}_7(\text{OH})_6]_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} - \text{P}2_1/\text{m}$	Mina Tincalayu, Los Andes, Salta.	1967
28.	Sanjuanita	$\text{Al}_2[\text{OH}(\text{SO}_4)(\text{PO}_4)] \cdot 9\text{H}_2\text{O} - \text{P}1$	Sierra Chica de Zonda, San Juan.	1968
29.	Sanmartinita	$(\text{Zn}, \text{Fe})\text{WO}_4 - \text{P}2/\text{c}$	Cerrillos, San Martín, San Luis.	1948
30.	Sarmientita	$\text{Fe}_2[\text{OH}(\text{SO}_4)(\text{AsO}_4)] \cdot 5\text{H}_2\text{O} - \text{P}2_1/\text{c}$	Santa Elena, Barreal, San Juan.	1941
31.	Schmiederita	$\text{Pb}_2\text{Cu}_2[(\text{OH})_4\text{SeO}_3(\text{SeO}_4)] - \text{P}2_1/\text{m}$	Mina Cóndor, Llantenés, La Rioja.	1962
32.	Suredaíta	$\text{PbSnS}_3 - \text{Pnma}$	Mina Pirquitas, Rinconada, Jujuy.	2000
33.	Surita	$\text{Al}_2[(\text{OH})_3(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \cdot (\text{Pb}, \text{Ca})_3(\text{CO}_3)_2] - \text{P}2_1$	Mina Cruz del Sur, Río Negro.	1978
34.	Teruggita	$\text{Ca}_4\text{Mg}[\text{B}_6\text{O}_7(\text{OH})_6(\text{AsO}_4)]_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O} - \text{P}2_1$	Mina Loma Blanca, Jujuy.	1968
35.	Umangita	$\text{Cu}_3\text{Se}_2 - \text{P}42_1\text{m}$	Cerro Cacho, Umango, La Rioja.	1891

Tabla 1.

- Alonso, R.N., Ruiz, T.V. y Quiroga, A.G., 2004. Metalogenia de la Puna de Jujuy en la comarca del Río Grande de Coranzulí. Actas 7º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, 1: 139-144. Río Cuarto.
- Angelelli, V., 1941a. Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina. Su geología y relaciones genéticas. Dirección de Minas y Geología, Boletín 50: 229 pág. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1941b. El yacimiento hematítico-thuringítico de las sierras de Zapla y las Capillas. Dpto La capital. Prov. de Jujuy. Dirección de Minas y Geología. Buenos Aires. Inédito.
- Angellelli V., 1946. La geología y génesis del yacimiento ferrífero de Zapla. Mina «9 de octubre» (Departamento de La Capital, Provincia de Jujuy). Revista Asociación Geológica Argentina, 1: 117-143. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones de la Provincia de Buenos Aires, 1-2: 704 pág. La Plata.
- Angelelli V., Brodtkorb, M.K. de, Nicolli, H.B. y Schalamuk, I.B., 1973. Estudios sobre blendas argentinas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 28 (3): 275-291. Buenos Aires.
- Angelelli, V., Brodtkorb, M.K. de, Gordillo, C., y Gay, H., 1983. Las Especies Minerales de la República Argentina. Ministerio de Economía. Subsecretaría de Minería. Publicación Especial: 526 pág. Buenos Aires.
- Argañaraz, R.A., 1999. Depósitos de sulfato de sodio de Jujuy, Salta y Catamarca. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 1923-1925. Buenos Aires.
- Aristarain, L.F. y Hurlbut, C.S., 1968. Teruggita, $4\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_5 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Jujuy. Argentina. The American Mineralogist, (53): 1815-1827.
- Ávila, J.C., 1999. El yacimiento de cobre Martín Bronce, Jujuy. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 947-949. Buenos Aires.

- Ávila, J.C., Chomnales, R. y Ferullo, S.E., 1984. Geología y metalogénesis del yacimiento cuprífero Martín Bronce, departamento Santa Bárbara, provincia de Jujuy. *Actas 9º Congreso Geológico Argentino*, 5: 538-552. San Carlos de Bariloche.
- Ávila, J.C., Chomnales, R. y Soncini Lema, J., 1986. Geología y metalogénesis del yacimiento Chinchillas, departamento Rinconada, provincia de Jujuy. *Revista del Instituto de Geología y Minería*, 6: 87-103. Jujuy.
- Barbieri, M., Sureda, R.J. y Argañaraz, P., 1989. Datos isotópicos preliminares $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sobre baritinas del tramo central de la provincia metalogénica Quiaqueña, Paleozoico Inferior, República Argentina. *Actas 10º Congreso Geológico Argentino. Simposio Procesos Metalogénicos. Serie Correlación Geológica*, 3: 13-44. Tucumán.
- Barnabé, J.F., 1915. Los yacimientos minerales de la Puna de Atacama. *Anales del Ministerio de Agricultura. Sección Geología Mineralogía y Minería*, 10 (5): 283-320. Buenos Aires.
- Becerra, A.A., 1887. Excursión hecha desde la cuesta de Acay a las cordilleras al poniente de Salta, con datos y detalles relativos a las instrucciones sobre borateras. *Publicación Oficial. Imprenta Nacional*: 48 pág. Salta.
- Beder, R., 1928. Los yacimientos de plomo en el departamento Yavi, provincia de Jujuy. *Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, Publ.* 38: 50 pág. Buenos Aires.
- Bellman, R. y Chomnales, R., 1960. Noticia preliminar sobre la continuación de la Formación Ferrífera de Zapla en la sierra de Santa Bárbara. *Acta Geológica Lilloana*, 3 (3): 45-48. Tucumán.
- Bernhardt, H. J., Coira, B. y Brodtkorb, M. K. de, 1984. A new occurrence of silver-rhodostannite ($\text{AgCuFeSn}_3\text{S}_9$). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 150 (1): 25-64. Stuttgart.
- Bodenbender, W., 1899. Los minerales, su descripción y análisis, con especialidad de los existentes en la República Argentina. *Academia Nacional de Ciencias*: 306 pág. Córdoba.
- Boso, M.A. y Monaldi, C.R., 1990. Oolitic Stratabound Iron Ores in the Silurian of Argentina and Bolivia. In: Fontbote *et al.* (Ed): *Stratabound Ore Deposits in the Andes*. Springer Verlag, Spec. Pub., 8 SGA, (10): 175-186. Berlín.
- Boso, M.A. y Monaldi, C.R., 1999. La cuenca ferrífera del norte argentino, Jujuy y Salta. En: Zappettini, E. (Ed.): *Recursos Minerales de la República Argentina*. SEGEMAR. *Anales*, 35: 529-544. Buenos Aires.
- Brackebush, L., 1879. Las especies minerales de la República Argentina. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 7: 5-113. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M. K. de, 1969. Sobre la denominada «geocronita» del yacimiento Pan de Azúcar, provincia de Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 24 (2): 116-118. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M. K. de, 1973a. Hallazgo de pechblenda en la mina Romacruz, provincia de Jujuy. *Actas 5º Congreso Geológico Argentino*, 1: 63-68. Córdoba.
- Brodtkorb, M. K. de, 1973b. Estudio de la mineralización del yacimiento La Niquelina, prov. de Salta, y un análisis comparativo de sus posibles relaciones con los depósitos Romacruz y Esperanza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28 (4): 364-368. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M. K. de, 2002. Las especies minerales de la República Argentina. *Asociación Mineralógica Argentina*, 1: 221 pág. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M. K. de (Ed.), 2006. Las especies minerales de la República Argentina. *Asociación Mineralógica Argentina*, 2: 440 pág. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M. K. de (Ed.), 2007. Las especies minerales de la República Argentina. *Asociación Mineralógica Argentina*, Tomo 3, 264 pág. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K.de y Gay, H.D., 1994. Las Especies Minerales de la República Argentina. Anexo 1981-1994. Instituto de Recursos Minerales. Universidad Nacional de La Plata. *Publicación*, 4: 110 pág. La Plata.
- Brodtkorb, M. K. de, Lanfranco J.J. y Sureda, R.J., 1978. Asociaciones minerales y litologías del yacimiento Aguilar, provincia de Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 33 (4): 277-298. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K.de, Wiechowski, A. y Caffé, P., 2000. Mineralogía y quimismo de las inclusiones presentes en la galena de la mina Pan de Azúcar, provincia de Jujuy. *Actas 5º Congreso de Mineralogía y Metalogenia. INREMI-UNLP. Publicación*, 7: 485-487. La Plata.
- Brodtkorb, M.K.de, Zappettini, E. O., Bernhardt, H.J. y Korzeniewski, I., 2008. Nuevos datos sobre las ferberitas del batolito compuesto de Tusaquillas, Provincia de Jujuy. *Actas 17º Congreso Geológico Argentino. Jujuy*.
- Brown, J.S., 1941. Factors of composition and porosity in lead-zinc replacement of metamorphosed limestone. *American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, Bulletin*, 144: 250-263. New York.
- Caffé, P.J., 1999. Complejos volcánicos dómicos del Terciario superior en Puna Norte: sus implicancias magmatotectónicas y metalogenéticas. Tesis Doctoral, FCEFN, Universidad Nacional de Córdoba: 421 pág. Córdoba. Inédita.
- Caffé, P.J., Trumbull, R.B., Coira, B.L. y Romer, R.L., 2002. Petrogenesis of early Neogene Magmatism in the northern Puna. *Journal of Petrology*, 43 (5): 907-942. Oxford.
- Caffé, P.J. y Trumbull, R.B., 2008. Composición y condiciones físicas de cristalización de la gnimbrita Coyaguaima: implicancias petrogenéticas para rocas peraluminosas en los Andes Centrales. *Actas 17º Congreso Geológico Argentino. Jujuy*.
- Catalano, L.R., 1926. Geología de los yacimientos de boratos y materiales de las cuencas. Salar de Cauchari. Puna de Atacama. *Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación*, 23: 110 pág. Buenos Aires.
- Catalano, L.R., 1930. Boratera de Coyahuaima. *Dirección General Minas. Geología e Hidrogeología. Publicación*, 89: 1-57. Buenos Aires.
- Catalano, L.R., 1964. Boro. Una nueva fuente natural de energía. *Secretaría de Industria y Minería. Estudios de*



- Geología y Minería Económica, Serie Argentina, 3. Buenos Aires.
- Chayle, W., 1986. La presencia de baritina en la localidad de Mudana (Dpto. Tilcara) Pcia. de Jujuy. *Revista del Instituto de Geología y Minería*, 6: 176-183. Jujuy.
- Chayle, W., Coira, B., Camacho, M. y Solís, N., 1989. Manifestaciones minerales del Cerro Colorado, Dpto. Rinconada, Jujuy. *Actas 3º Congreso Nacional de Geología Económica*, 3: A-121-128.
- Chomnals, R., 1978a. Estudio microscópico de minerales del horizonte ferrífero en la serranía de Santa Bárbara, provincia de Jujuy y una provincia metalogénica sedimentaria. *Revista del Instituto de Ciencias Geológicas*, 3: 39-96. Jujuy.
- Chomnals, R., 1978b. Estudio microscópico de cortes pulidos sobre muestreos de labores de mina Pan de Azúcar. Departamento Rinconada-Provincia de Jujuy. *Instituto de Ciencias Geológicas, UNJu. Informe inédito*, 0313: 11 pág. Jujuy.
- Chomnals, R., 1977. Contribución al conocimiento de la génesis del yacimiento de cobre «Chorrillos». Distrito Bárcena, Dep. Tumbaya, Provincia de Jujuy. *Revista del Instituto de Ciencias Geológicas*, 2: 41-60. Jujuy.
- Chomnals, R., 1981. Minerales de cobalto en Mina Chorrillos, departamento Tumbaya, provincia de Jujuy, *Revista del Instituto de Ciencias Geológicas*, 4: 15-17. Jujuy.
- Chomnals, R., Vázquez, R.M. y Palou, R., 1960. Noticia preliminar sobre la existencia de minerales de níquel en la mina Purísima (Rumicruz), Dto. Cochinoca, Jujuy. *Instituto de Geología y Minería-UNT. Comunicación*, 2. Jujuy.
- Coira, B., Donnari, E. y Brodtkorb, M. K. de, 1984. Brecha mineralizada (Sb, Ag, Sn) del complejo volcánico Panizos-Alcoak-Salle (Terciario Superior), prov. de Jujuy. *Actas 9º Congreso Geológico Argentino*, 7: 418-429. San Carlos de Bariloche.
- Coira, B., Díaz, A., Chayle, W., Pérez, A. y Ramírez, A., 1993. Chichillas, un modelo de complejo volcánico dómico portador de depósitos de metales de base con Ag y Sn, en Puna jujeña. *Actas 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 4: 270-276. Buenos Aires.
- Cosentino, J.M., 1969. El distrito minero Pumahuasi-Cangrejillos, departamento Yavi, provincia de Jujuy. Tesis Doctoral. FCEyN Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Inédita.
- Cristiani, Ch., 2003. Il plutonismo anorogenico Mesozoico nell'Altiplano della Puna (Argentina Nord-occidentale, Ande Centrali): implicazioni petrogenetiche e geodinamiche. Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra. Dissertazione Finale, 229 pág. Università di Pisa.
- De los Hoyos H. J., 2007. Estudio geológico y potencial boratífero de la región del salar de Lina Lari, departamento Susques, provincia de Jujuy. Tesis Profesional. FCN, Universidad Nacional de Salta: 86 pág. Salta. Inédita.
- Esteban, C.L., 2005. Estudio geológico y evaporitas del salar Cauchari, departamento Susques, Jujuy. Tesis Profesional. FCN, Universidad Nacional de Salta: 77 pág. Salta. Inédita.
- Exploración Minera de la Puna Jujeña- Primera Fase. Subsecretaría de Minería de la Nación-Dirección de Minería de la Provincia de Jujuy, 1982. Informe inédito: 1-322. Jujuy.
- Fernández, J., Barbosa, C. y Rial, G., 1985. Fulguritas de la Puna de Jujuy, Argentina. *Revista Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 16 (1-4): 35-42. Buenos Aires.
- Fernández, R.I., 1987. Wavellita en fosfatos sedimentarios ordovícicos de la provincia de Jujuy, República Argentina. *Actas 10º Congreso Geológico Argentino*, 2: 257-260. Tucumán.
- Galliski, M.A. y Lomniczi de Upton, I., 1992. Sideronatríta de mina Santa Bárbara, provincia de Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47 (1): 3-7. Buenos Aires.
- Galliski, M.A. y Marquez Zavalía, M.F., 1994. Ferrinatrita de mina Santa Bárbara, provincia de Jujuy. *Actas 2º Reunión de Mineralogía y Metalogénia*, 3: 109-118. La Plata.
- Galliski, M.A. y Marquez Zavalía, M.F., 1996. Hexahidrita, halotriquita y alunógeno fumarólicos de mina Santa Bárbara, provincia de Jujuy. *Actas 3º Reunión de Mineralogía y Metalogénia. Publicación INREMI*, 5: 113-117. La Plata.
- Galliski, M.A., Lomniczi de Upton, I. y Marquez Zavalía, M.F., 1990. Voltaíta y metavoltaína de mina Santa Bárbara, Jujuy, y mina Capillitas, Catamarca. *Revista Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 21 (1-4): 1-6. Buenos Aires.
- Gay, H.D., 1960. Diópsido de Mina Aguilar. *Facultad Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Revista*, 21 (5-6) 45: 1-10. Córdoba.
- Gay, H.D. y Sureda, R.J., 1972. Hallazgo de pirosmalita en Mina Aguilar, Jujuy. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba*, 1 (3): 133-134. Córdoba.
- Gay, H.D. y Gordillo, C.E., 1979. Rodonita y bustamita de Mina Aguilar, Jujuy. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 53 (1-2): 203-207. Córdoba.
- Gay, H.D., Gordillo, C. y Hillar, N.A., 1972. Howlita del Cerro Codo de Agua, Jujuy. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba*, 1 (3-4): 130-132. Córdoba.
- Gemmell, J.B., Zantop, H. and Meinert, L.D., 1992. Genesis of the Aguilar zinc-lead-silver deposit, Argentina: contact metasomatic vs. sedimentary exhalative. *Economic Geology*, 87 (8): 2085-2112. Lancaster.
- Godeas, M. y Litvak V.D., 2004. Primer hallazgo de buddingtonita en Argentina en el yacimiento Pan de Azúcar, Jujuy. *Actas 7º Congreso de Mineralogía y Metalogénia*, 1: 59-60. Río Cuarto.
- Gorustovich, S.A., Salfity, J.A. Rubiolo, D.G. y Sureda, R.J., 1985. Yacimiento Aguilirí (Puna Argentina): Depósito uranífero en rocas subvolcánicas terciarias. *Actas 4º Congreso Geológico Chileno*, 3: 250-270. Antofagasta.
- Gozalvez, M. y Ávila, J.C., 1993. Los filones antimoníferos del río Tiu Cuesta, departamento Rinconada, provincia de Jujuy. *Actas 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 5: 119-130. Buenos Aires.

- Guidi, F. y Burgos, J., 1984. Estudios geológico-radimétricos preliminares de la zona Tusaquilla, Depto. Cochínoca, prov. de Jujuy. CNEA, informe 203000-501/84. Buenos Aires.
- Hausen, J., 1925. Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama. Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, 28. Córdoba.
- Hauser, N., Matteini, M. Pimentel, M.M. and Omarini, R. H., 2008. Petrology and geochronology of alkaline lamprophyre dykes from the Rio Grande Valley, Eastern Cordillera-NW Argentina: insights on the early evolution of Upper Jurassic-Eocene Salta continental rift. Journal of South American Earth Sciences. En prensa.
- Heidorn, R., 2002. Polymetallic deposits within the Rachaite volcanic complex, province of Jujuy, Argentina: mineralogical and geological aspects. Dissertation für Doktorgrade, 111 Seiten, (Unveröffentliche), Paris Lodron Universität. Salzburg.
- Helvací, C. and Alonso, R.N., 1994. An occurrence of primary inyoite at Lagunita playa, Northern Argentina. Proceedings of the 29th International Geological Congress (Kyoto), Part A: 299-308. VSP Utrecht. The Netherlands.
- Herrmann, C.J., Godeas, M. y Morello, O., 2004. Hexahidrita en la Sierra de Rinconada, Jujuy, Puna Argentina. Actas 7º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, 1: 63-66. Río Cuarto.
- Iradi, P.J., Paar, W.H. y Sureda, R.J., 2008. Aportes a la mineralogía hipergénica de Mina Pirquitas, Jujuy: rozenita $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, halotriquita $\text{FeAl}_2[\text{SO}_4]_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$, gunningita $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$, boyleíta $\text{Zn}[\text{SO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, copiapita $\text{Fe}_5[(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_6] \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ y szomolnokita $\text{Fe}[\text{SO}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$. Actas 17º Congreso Geológico Argentino. Jujuy.
- Igarzábal, A.P., 1969. Estructura mineralización y génesis del yacimiento plumbo-argento-zincífero Pan de Azúcar, departamento Rinconada, pcia. de Jujuy. Actas 4º Jornadas Geológicas Argentinas, 1: 371-395. Mendoza.
- Johan, Z. et Picot, P., 1982. La pirquitasite, $\text{Ag}_2\text{ZnFeS}_4$, un nouveau membre du groupe de la stannite. Bulletin Mineralogique, 105: 229-235. París.
- Kasemann, S., 1999. The geochemistry of boron in the Puna Plateau of the Central Andes, NW Argentina. A geochemical and isotope study of whole-rocks, tourmalines, borates and hydro-thermal fluids: the significance of boron isotopes for recycling processes in the continental crust. Ph D Thesis, Institut für Angewandte Technische Geowissenschaften, Technische Universität Berlin. Berlin.
- Kasemann, S., Erzinger, J. and Franz, G., 2000. Boron recycling in the continental crust of the central Andes from Palaeozoic to Mesozoic, NW Argentina. Contributions to Mineralogy and Petrology, 140: 328-343. The Netherlands.
- Kittl, E., 1931-1932. Los yacimientos auríferos de la República Argentina. Revista Minera, 3: 1-97; 129-135; 161-190; 193-222 y 4: 1-29. Buenos Aires.
- Kittl, E., 1939. Informe sobre los yacimientos de wolframita ubicados en la sierra de Tusaquillas y Liquidaste, Jujuy. SEM Carpeta 1287. Buenos Aires. Informe inédito.
- Lizárraga, A.C., 1974. Informe final, estudio cantera «Puca-rá», distr. Cusi Cusi, dpto. Santa Catalina, Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy. San Salvador de Jujuy. Informe inédito.
- Lizárraga, A.C., 1981. Minerales de plata y cobre en un conglomerado cuartario del departamento Susques, provincia de Jujuy. Actas 8º Congreso Geológico Argentino, 2: 739-753. San Luis.
- Lurgo Mayón, C.S., 1999. Azufre volcánogénico de la Puna, Jujuy, Salta y Catamarca. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 1613-1625. Buenos Aires.
- Malvicini, L., 1978. Las vetas de estaño y plata de Minas Pirquitas (Pircas), pcia. de Jujuy, República Argentina. Revista Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, 9 (1-2): 1-25. Buenos Aires.
- Márquez Zavalía, M.F. y Galliski, M.A., 1995. Goldichite of fumarolic origin from Santa Barbara mine, Jujuy, Northwestern Argentina. The Canadian Mineralogist, 33: 1059-1062.
- Márquez Zavalía, M.F., Lomniczi de Upton, I. y Galliski, M.A., 2001. Krausite in fumaroles from Santa Barbara mine, Northwestern Argentina. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, 8: 103-110. Stuttgart.
- Martín, J.L., Sureda, R.J. y Flores, F.J., 1994. Investigaciones geoquímicas en un yacimiento sedex del Ordovícico inferior: mina Aguilar, Argentina. Revista Geológica de Chile, 21 (1): 71-90. Santiago de Chile.
- Medina, E.E., 2003. Volcanismo y metalogénesis del complejo volcánico Poquis. Tesis Doctoral. FCN, Universidad Nacional de Salta: 187 pág. Salta. Inédita.
- Moëlo, I., Makovicky, E., Mozgova, N.N., Jambor, J.L., Cook, N., Pring, A., Paar, W., Nickel, E.H., Graeser, S., Karup Møller, S., Balic-unic, T., Mumme, W.G., Vurro, F., Topa, D., Bindi, L., Bente, K. and M. Shimizu, 2008. Sulfosalt systematics: a review: Report of the sulfosalt subcommittee of the IMA Commission on Ore Mineralogy. European Journal of Mineralogy, 20: 7-46.
- Muessig, S., 1958. Turi Lari, a borax crystal playa deposit in Argentina. Bulletin Geological Society of America, 69 (12, Part 2): 1696-1697.
- Novarese, V., 1893. Los yacimientos auríferos de la Puna de Jujuy. Anales de la Sociedad Científica Argentina, 35: 89-116. Buenos Aires.
- Paar, W., Brodtkorb, M.K. de, Topa, D. y Sureda, R.J., 1996. Caracterización mineralógica y química de algunas especies metalíferas del yacimiento Pirquitas, provincia de Jujuy, República Argentina. Parte 1. Actas 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3: 141-158. Buenos Aires.
- Paar, W., Brodtkorb, M.K. de, Sureda, R.J. y Topa, D. 2001. Mineralogía y quimismo de especies metalíferas en el yacimiento Pirquitas, Jujuy, Argentina. Sulfuros y sulfosales de estaño y plomo. Revista Geológica de Chile, 28 (2): 259-268. Santiago de Chile.
- Paar, W.H., Miletich, R., Topa, D., Criddle, A.J., Brodtkorb, M.K. de, Amthauer, G. and Tippelt, G., 2000. Suredaite PbSnS_3 , a new mineral species, from the Pirquitas Ag-Sn deposit, NW Argentina. Mineralogy and crystal structure. American Mineralogist, 85 (7-8): 1066-1075.



- Paar, W.H., Putz, H., Sureda, R.J. y Brodtkorb, M.K., 2008. Nuevo mineral en Mina Pirquitas, departamento Rinconada, provincia de Jujuy: coiraíta - $(Pb, Sn^{2+})_{12.5}As_3Fe^{2+}Sn^{4+}_5S_{28}$ - una especie arsenical afín con franckeíta. Actas 17º Congreso Geológico Argentino. San Salvador de Jujuy.
- Peralta, C.M. y Sureda, R.J., 1992. Mina La Providencia, un yacimiento argentífero de la Puna de Jujuy, República Argentina. Actas 4º Congreso Nacional y 1º Congreso Latinoamericano de Geología Económica: 116-125. Córdoba.
- Pujol, E.A., 1994. Estudio geológico y potencial boratífero de la región de Turi Lari y Celti, departamento de Susques, provincia de Jujuy. Tesis Profesional. FCN, Universidad Nacional de Salta: 81 pág. Salta. Inédita.
- Ramdohr, P., Ahlfeld, F. und Berndt F., 1959. Angelellit, ein natürliches triklinen Eisen-Arsenat, $2 Fe_2O_3 \cdot As_2O_6$. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, 7: 145-151. Stuttgart.
- Reichert, F., 1907. Los yacimientos de boratos y otros productos minerales explotables del territorio de Los Andes (Puna de Atacama). Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, 2 (2): 1-103. Buenos Aires.
- Rodríguez, G.A. y Coira, B., 1998. Molibdeno asociado a un sistema epitermal en Cerro Colorado-Orosmayo (Puna Jujeña). Actas 10º Congreso Latinoamericano de Geología-6º Congreso Nacional de Geología Económica, 3: 214-219. Buenos Aires.
- Rosco, J., 1969. Estudio preliminar de las manifestaciones de cuarzo en «Cerro Blanco» Cordón de Escaya, departamento Yavi, Provincia de Jujuy. Instituto de Geología y Minería, UNJu. San Salvador de Jujuy. Informe Inédito.
- Saulnier, M. E. (1984) Informe mineralógico de la zona de Tusaquilla. CNEA informe D.E.E. N° 5-84. Buenos Aires.
- Schalamuk, I., Fernández, R. y Etcheverry, R., 1983. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región NOA (provincias de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta y Tucumán). Ministerio de Economía. Subsecretaría de Minería, Anales, 20: 208 pág. Buenos Aires.
- Segal de Svetliza, S., 1980. Estudio mineralógico y consideraciones genéticas del distrito minero Pan de Azúcar, dpto. Rinconada, provincia de Jujuy. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 35 (3): 375-400. Buenos Aires.
- Segal S. J., Godeas, M. C., Pezzutti, N. y Zappettini, E.O., 1999. Distrito polimetálico Pumahuasi, Jujuy. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 493-497. Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1935. Los yacimientos aluvionales de estaño del departamento de Rinconada, provincia de Jujuy. Dirección de Minas y Geología. Publicación, 110. Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1943. Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino. Dirección de Minas y Geología, Boletín, 53: 180 pág. Buenos Aires.
- Spencer, F.N., 1950. The geology of the Aguilar lead-zinc mine, Argentine. Economic Geology, 45 (5): 405-433. Lancaster.
- Sureda R.J., 1989. La Provincia Metalogénica Quiaqueña: Re-seña de sus depósitos minerales en el Ordovícico de los Andes Centrales» Actas 1º Simposio Nacional de Yacimientos Minerales, de Petróleo y Fuentes de Energía del Perú, 1: 12-73. Arequipa.
- Sureda, R.J., 1994. Ullmannita, NiSbS, en las coronas de reacción de la interfase breithauptita-pirrotina, mina El Aguilar, Jujuy. Actas 2º Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Instituto de Recursos Minerales. UNLP. Publicación, 3: 463-468.
- Sureda, R.J., 1999. Los yacimientos sedex de plomo y zinc en la sierra de Aguilar, Jujuy. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35:493-497. Buenos Aires.
- Sureda, R.J. und Amstutz, G.C., 1981. Neue Untersuchungen über die schichtgebundene Pb-Zn Lagerstätte in der Sierra de Aguilar, Provinz Jujuy. Zeitschrift für Geologie und Paläontologie, 1 (3-4): 494-504. Stuttgart.
- Sureda, R.J. y Galliski, M.A., 1989. La metalogenia del norte argentino: criterios para la elaboración del mapa metalogénico de Salta y Jujuy. SCG, (3): 13-44. San Miguel de Tucumán.
- Sureda, R.J. y Martín J.L., 1990a. Mina El Aguilar, Jujuy, Argentina: un depósito sedex ordovícico, con metamorfismo de contacto sobreimpuesto, en la provincia metalogénica Quiaqueña. A.A.G.E., Publicación Especial, Contribuciones al conocimiento de la Mineralogía y Geología Económica de la República Argentina, Edición Homenaje 80º Natalicio del Prof. Ing. V. Angelelli, 1: 78-92 Buenos Aires.
- Sureda, R.J. and Martín, J.L., 1990b. El Aguilar mine: an Ordovician sediment hosted stratiform lead zinc deposit in the Central Andes. In: «Stratabound Ore Deposits in the Andes» (Fontbote *et al.* ed) Springer Verlag, Spec. Pub. 8 SGA, 10: 161-174. Berlín.
- Sureda, R.J. y Brito, J.R., 1992. Sartorita, $AgAs_2S_4$, en el prospecto polimetálico cerro Redondo, Jujuy, Argentina. Actas 1º Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Instituto de Recursos Minerales. UNLP. Publicación, 2: 307-318. La Plata.
- Sureda, R.J., Martín, J.L. y Bonafede, D.R., 1994. Exploración en la sierra de Aguilar y hallazgo del prospecto sedex Río Grande, Jujuy, Argentina. Actas 7º Congreso Geológico Chileno, 2: 900-905. Concepción.
- Sureda, R., Pérez, H, Martín, J. y Flores, F., 1992. Exploración y desarrollo en un depósito sedex (Zn, Pb, Ba) de la sierra de Aguilar, mina Esperanza, Jujuy, Argentina. Actas 4º Congreso Nacional y 1º Congreso Latinoamericano de Geología Económica: 135-147. Córdoba.
- Sureda, R.J., Galliski, M.A., Argañaraz, P., y Daroca, J.R., 1986. Aspectos metalogénicos del noroeste argentino (provincias de Salta y Jujuy). Capricornio, 1 (1): 39-96. Salta.
- Tuttolomondo, F., 1970. Cantera de travertino «Telar Cueva» o «Cueva del Tigre», de dpto. Susques, Jujuy. Dirección Provincial de Minería de Jujuy, Carpeta, 96. San Salvador de Jujuy. Informe inédito.
- Viera, V.O., 1984. Geología de la comarca de Eureka, departamento de Santa Catalina, provincia de Jujuy. Tesis Doc-

- toral. FCN, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán. Inédita.
- Vullien, A. y Saulnier, M.E., 1985. Estudio petrográfico y mineralógico de siete muestras provenientes del Sondeo P-4 IV, Manifestación Aguiliri, Dpto. Susques, Jujuy. Informe DEE N° 2-25, Comisión Nacional de Energía Atómica. Buenos Aires. Inédito.
- Zappettini, E.O., 1989. Geología y metalogénesis de la región comprendida entre las localidades de Santa Ana y Cobres, provincias de Jujuy y Salta, República Argentina. Tesis Doctoral, FCEyN, Universidad de Buenos Aires: 180 pág. Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., 1999a. Yacimientos de wolframio de la sierra de Tusaquillas, Jujuy. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 973-975. Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., 1999b. Depósitos de tierras raras y torio de La Puna y Cordillera Oriental, Jujuy y Salta. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 979-985. Buenos Aires.
- Zappettini, E.O., y Mutti, D. 1997. Zafiros de la Puna Argentina: Un potencial recurso minero. SEGEMAR. Serie de Contribuciones Técnicas. Recursos Minerales 2.
- Zappettini, E. y Segal, S., 1999. Los depósitos auríferos vetiformes de la sierra de Rinconada, Jujuy. En: Zappettini, E. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. SEGEMAR. Anales, 35: 507-514. Buenos Aires.
- Zappettini, E. O. y Santos, J., 2008. Primer hallazgo de baddeleyita en la República Argentina: datos mineralógicos y edad U/Pb SHRIMP. Actas 17° Congreso Geológico Argentino. San Salvador de Jujuy.
- Zappettini, E. O., Coira, B. L. L. y Santos, J., 2008. Edad U-Pb de la Formación Chañi: un granito del arco magmático tilcárico. Actas 17° Congreso Geológico Argentino. San Salvador de Jujuy.