

DEPÓSITOS DE TALCO DEL CINTURÓN SAN JOSÉ (COLONIA, URUGUAY): UNA SÍNTESIS DE SUS CONTROLES ESTRUCTURALES Y POTENCIAL GEOECONÓMICO

DEPÓSITOS DE TALCO DO CINTURÃO SAN JOSÉ (COLONIA, URUGUAI): UMA SÍNTESE DE SEUS CONTROLES ESTRUTURAI E POTENCIAL GEOECONÔMICO

Eduardo A. ROSSELLO¹, Gerardo VEROSLAVSKY²

¹Universidad de Buenos Aires, IGEBA-CONICET - Departamento de Ciencias Geológicas, Pabellón II, Ciudad Universitaria, 1428 – Buenos Aires, Argentina. E-mail: ea_rossello@yahoo.com.ar

²Universidad de la República, Instituto de Ciencias Geológicas. Iguá 4225, 11.400 – Montevideo, Uruguay.
Email: gerardo@fcien.edu.uy

Introducción
Generalidades mineralógicas del talco
 Génesis
 Usos
Marco geológico del Cinturón San José
 Formación Cerros de San Juan
 Granito Arroyo del Miguelete
 Formación Fray Bentos
 Formación Libertad
 Contexto tectónico
Materiales y metodología
Resultados
 Mina Dante Ramos
 Mina Narancio
 Sector Zafiro
 Rocas metavolcanoclásticas
 Leucogranitos miloníticos
 Granito Uniforme
 Cubierta sedimentaria y edáfica
 Características comunes de los sectores estudiados
Discusión
Consideraciones finales
Agradecimientos
Referencias

RESUMO - O presente trabalho apresenta uma revisão das características geológicas, com ênfase nos controles estruturais, que afetam o potencial geoeconômico dos depósitos de talco da parte ocidental do Cinturão San José (Departamento de Colônia, Uruguai) identificados como as minas Narancio, Dante Ramos e o Setor Zafiro. O arcabouço geológico permite a elaboração de modelos genéticos complementares para os jazimentos de talco: i) alteração de rochas vulcânicas básicas ricas em magnésio, ou ii) processos metamórficos nos contatos entre dolomitos e rochas intrusivas ácidas. Finalmente, é apresentada uma síntese do histórico de produção da Mina Narancio, assim como é discutida a geometria, o volume dos corpos lentiformes e a qualidade dos depósitos de talco do Setor Zafiro a partir de levantamentos de campo, melhorando, assim, a avaliação do potencial econômico da área.

Palavras-chave: Depósitos de talco. Controles estruturais. Cinturão San José. Uruguai.

ABSTRACT - The present study reviews the main geological features, with emphasis on structural controls, affecting the geoeconomic potential of the green schist-hosted talc deposits of the western sector of the San José Belt (Colonia Department, Uruguay) located in the Narancio, Dante Ramos and Zafiro Sector mines. The analysis of the regional geology allows us to define two complementary genetic models for the talc deposits: i) hydrothermal alteration of basic volcanic rocks rich in magnesium, and ii) metasomatic processes in the contact between dolomites and acidic intrusive rocks. Finally, the productive history of the Narancio Mine is synthesized and the geometry, the volume of the lenticular bodies and the quality of the talc deposits of the Zafiro Sector are discussed with the purpose of allowing a better evaluation of its economic potential.

Keywords: Talc deposits. Structural controls. San José Belt. Uruguay.

INTRODUCCIÓN

A partir del recurrente interés en la determinación de fuentes de recursos minerales de uso industrial se describen las características geoeconómicas de las manifestaciones de talco del Cinturón San José situadas al sureste de Uruguay, cercanas a la desembocadura del río San Juan sobre el Río de la Plata, con énfasis en la eva-

luación de los controles estructurales y la calidad mineralógica de las mismas (Figura 1).

Esta región se localiza en el Departamento Colonia, próxima al cruce de las rutas 21 y 55, donde se exhiben los depósitos de las minas Narancio y Danta Ramos (actualmente inundadas) así como los que fueron explorados por Canteras

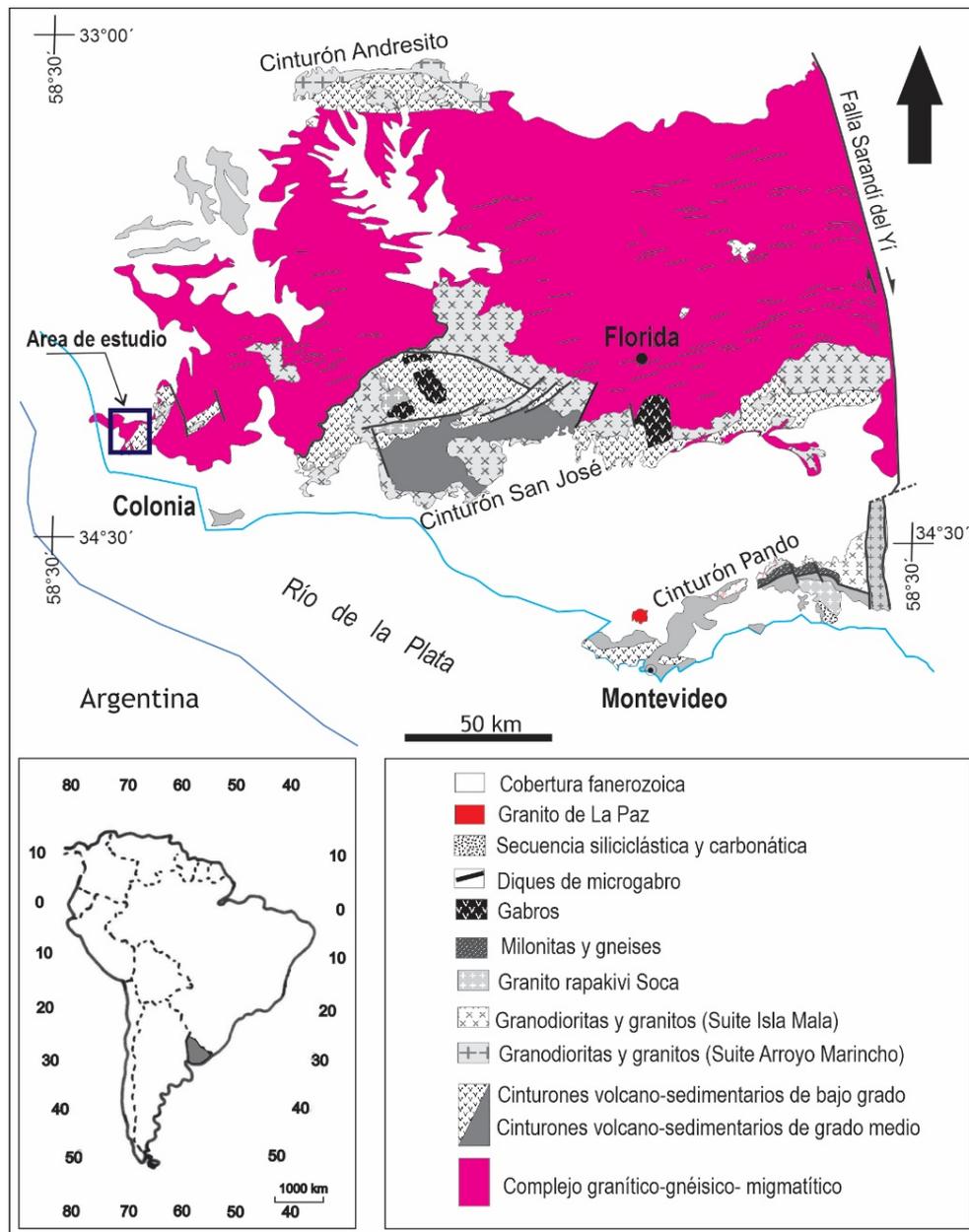


Figura 1 - Localización del sector estudiado y contexto geológico donde se emplaza el Cinturón San José (modificado de Masquelin, 2006; Oyhantçabal et al., 2011).

Zafiros, dispuestos escalonadamente según un arreglo izquierdo dentro de una faja con rumbo NNE-SSW (Figura 2)

La existencia de estos depósitos talquíferos fue mencionada por Lee (1914), Marstrander (1915) y Walther (1915, 1919). Posteriormente, fueron estudiados por Heinzen & Gómez (1980), Bossi et al. (1998), Bossi & Navarro (2000) y Cernuschi et al. (2018).

En 1907, se inició la explotación a cielo abierto de la Mina Narancio (Serra, 1943) y, a partir de 1970, comenzó la explotación subterránea para alcanzar un pico máximo de producción en 1960 con 2600 toneladas anuales (Abbadie, 2011).

Desde su inicio hasta 1979, la extracción total ascendió a 119.828 t de talco de 3 calidades diferentes: Clase 1 (20% de lo extraído) para la in-

dustria farmacéutica y de cosméticos; Clase 2 (30% de lo extraído) material de relleno para las industrias del papel, jabón y pinturas; y Clase 3 (50% de lo extraído) para la industria cerámica y como soporte inerte para insecticidas (Roth et al., 1980).

Con respecto a las manifestaciones talquíferas del Departamento Colonia, Bossi et al. (1994) realizan una correlación de los afloramientos talcosos del sector austral de la Mina Narancio, donde a pesar de lo expeditivo del relevamiento que no permitió clarificar las relaciones temporales de las diferentes litologías reconocidas, mostrándose optimistas con respecto al potencial económico del talco en esa región. Así, Bossi et al. (1994) incluyen en la correlación a otras explotaciones relevantes de talco de la región sur de Uruguay. Como ejemplo, las explotaciones de

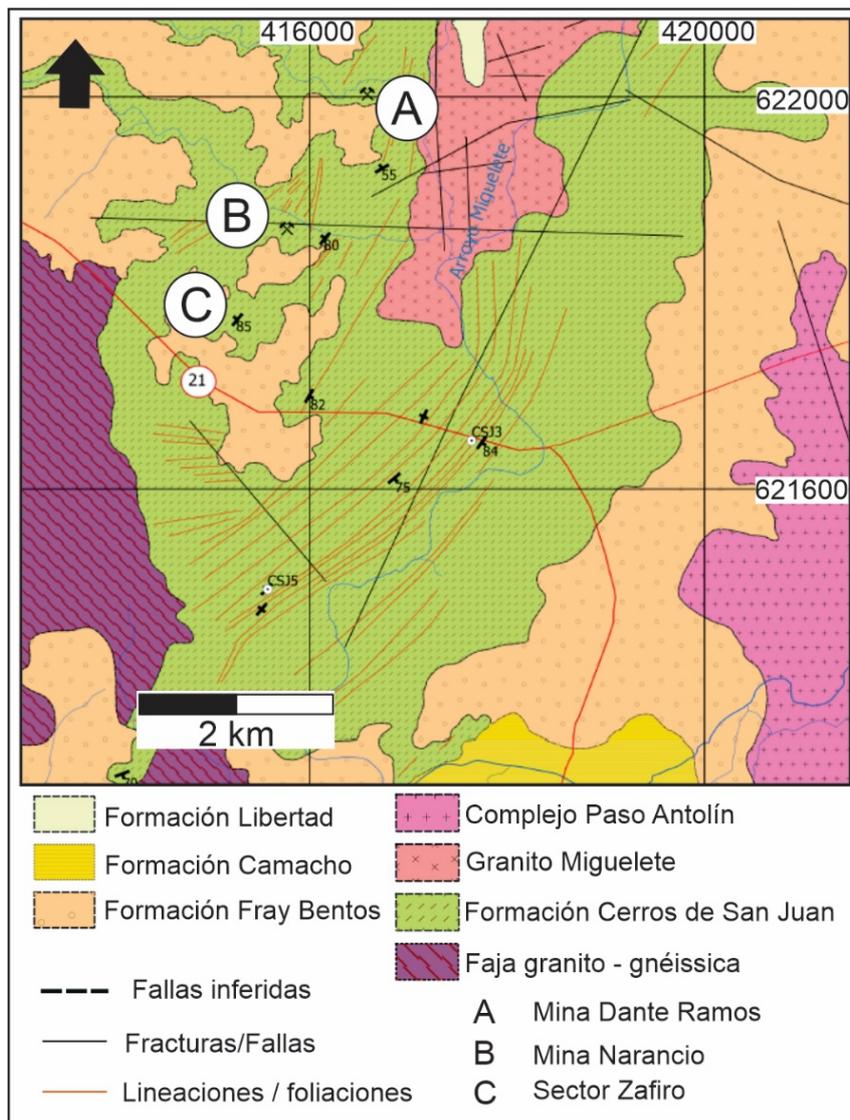


Figura 2 - Mapa geológico indicando la ubicación de los depósitos de talco de este estudio (tomado de Bonjour, 2016).

Pietracaprina, activa entre 1948 a 1958, en el contacto entre la Formación Paso Severino y el Complejo Intrusivo Guaycurú en el Departamento de San José (Bossi & Navarro, 2000) y las de Los Tapes, en el Departamento de Lavalleja, activa durante varias décadas, en rocas ultrabásicas precámbricas talquizadas durante procesos metamórficos (Coronel et al., 1987; Bossi & Navarro, 2000; Bossi & Schipilov 2007). Cernuschi et al. (2018) mencionan una comunicación personal de la geóloga Andrea Borca sobre la explotación de una pequeña área cercana a Mina Narancio, llamada La Carolina.

El objetivo del presente trabajo es realizar una síntesis de las características geológicas de

los depósitos estudiados relacionados con una visualización del potencial geoeconómico del Cinturón San José.

En ese sentido, por un lado, se proporcionan generalidades mineralógicas del talco, tales como variedades y modelos genéticos y sus propiedades utilizadas en las diferentes industrias.

Por otro, además de comunicar los relevamientos prospectivos inéditos (Rossello, 1998), actividades exploratorias específicas y la actualización de las aplicaciones de los recursos arcillosos, se enumeran conclusiones y recomendaciones estructurales que a manera de guía exploratoria, contribuyen con la evaluación del potencial geoeconómico del talco en la región.

GENERALIDADES MINERALÓGICAS DEL TALCO

El talco (del árabe *talk*) es un mineral que cristaliza en el sistema monoclinico de hábito tabular con forma rómbica o hexagonal (Hurlbut Jr., 1974) que cuando puede aislarse en estado puro está constituido por 63,36 % de SiO₂, 31,89

% de MgO y 4,75 % de H₂O. La mitad del agua la pierde antes de alcanzar el color rojo hígado, el resto se va rápidamente cerca de los 900°C (Dana & Ford, 1973).

El talco puede presentar diferentes colores,

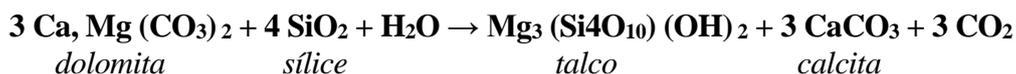
aunque normalmente es blanco, puede ser también beige, gris, amarillo, marrón, rosa, lila, azul, verde, y raramente incoloro. Cuando se encuentra bien cristalizado, aunque es más frecuente encontrarlo formando masas o agregados a menudo foliados. También se puede encontrar formando masas fibrosas, micáceas, radiales o botroidales.

El talco también se puede encontrar pseudomorfo algunos minerales asumiendo su forma original. Los minerales más frecuentes que pseudomorfo suelen ser el cuarzo, la calcita, la dolomita y algunos piroxenos. El talco suele ser transparente y presenta una gravedad específica de 2,7 a 2,8 gr/cm³ un brillo que puede variar entre graso, cerosa o nacarada y una tenacidad séctil. El talco también se caracteriza por presentar un tacto graso y en algunos casos puede ser ligeramente fluorescente en luz ultravioleta (Anthony et al., 1995).

Sin embargo, como un mineral industrial su composición raramente se aproxima a su estado puro.

Una parte del MgO suele estar sustituida por FeO (2 a 5 %) y con frecuencia contienen hasta 2 % de Al₂O₃ y, a veces, contiene pequeñas porciones de NiO (hasta algunas 0,1 %). Es un mineral extremadamente blando, se marca con la uña (1 en la escala de Mohs), séctil y algo flexible. Se presenta en agregados hojosos, escamosos, fibrosos (como pseudomorfo) y a menudo densos con colores varían desde el blanco nieve al gris verdoso, pasando por diferentes tonos de verdes (manzana), amarillos y castaños y presenta un característico brillo sedoso a graso (Dana & Ford, 1973). El talco es mal conductor del calor y electricidad, inatacable a los ácidos y refractario (funde a unos 1300 a 1400 °C).

Mineralógicamente, se asocia a serpentinas,



En el caso de las famosas minas de talco de Luzenac (Ariège, Pirineos Franceses) se considera que el depósito se formó por la acción de soluciones hidrotermales magnesianas que han transformado las rocas sílico-aluminosas en cloritas, las rocas silíceas en talco y la sílice liberada ha reaccionado con las dolomías para contribuir a la formación de talco y liberar calcita (Aranitis, 1967; Fortuné et al., 1980). Gondim

esquistos talcosos o cloríticos y dolomíticos y relacionado genéticamente con cristales de breunerita (compuesto intermedio dentro de la serie magnesita-siderita), serpentina, dolomita, asbesto, actinolita, turmalina y magnetita. Dana & Ford (1973), describen al talco como un material compacto, liso al tacto, textura terrosa fina o arcillosa que microscópicamente se observa que es una mezcla de material fibroso fino y una sustancia amorfa aparentemente de la misma composición.

Génesis

Usualmente, el talco deriva como un mineral secundario de la alteración de otros silicatos magnésicos tales como serpentina, piroxeno o de dolomitas silíceas de acuerdo con los siguientes diferentes modelos genéticos extremos que pueden actuar conjuntamente: (Betejtin, 1977; Piniakiewicz et al., 1994; Simandl & Ogden, 1999; Simandl & Paradis, 1999):

i) Alteración hidrotermal de volcanitas básicas y ultrabásicas ricas en magnesio con la ayuda de soluciones hidratadas y con dióxido de carbono que generan talcos asociados a meta-cristales de hematita o magnetita o apatito (*e.g.*: Mina Shabrovskoe, Sverdlovsk, Rusia). A partir de la alteración de silicatos magnesianos no aluminosos como crisotilo, hipersteno, olivina y piroxenos, anfíboles, etc., se obtienen reacciones como la siguiente.

ii) Procesos metasomáticos de contacto en la fase hidrotermal de la frontera entre dolomitas y rocas intrusivas ácidas características de skarnificación donde tiende a desarrollar lentes que se distinguen por su pureza y alta calidad (*e.g.*: Mina Meadow, Canadá; Luzenac, Francia). Las reacciones que se producen se suman a continuación:

(2001) describe cuerpos, venas e irregulares ocurrencias talquíferas en el estado de Paraná (Brasil) hospedadas en mármoles dolomíticos de secuencias metavolcano-sedimentarias proterozoicas fuertemente afectadas por deformaciones dúctiles y frágiles debidas a transcurrencias. Si bien el proceso de metasomatosis silícea no proporciona mayores problemas en cuanto a su origen, no ocurre lo mismo con el origen del

magnesio que se lo asocia con dolomitas profundas o bien a fragmentos de rocas mantélicas que han sido ascendidos y/o puesto en contacto con el magmatismo que los afectó.

iii) Procesos metamórficos de esquistos azules y eclogitas pueden formar también talco a partir reacciones de clorita magnésica y cuarzo que generan cianita, talco y agua.

Desde el punto de vista industrial, el talco está comúnmente asociado y comercializado junto a mezclas talcosas con tremolita, clorita, dolomita, mica y magnesita. Esteatita fue un nombre mineralógico aplicado a la especie pura, aunque en el mercado actual refiere a una variedad masiva de talco utilizado en manufacturas aislantes eléctricas y bloques que pueden ser utilizados para ser aserrados. Variedades impuras de bloques o masas de talco se denominan comúnmente piedra jabón o sapo y los blandos usados para la manufactura de lápices, se denominan tiza francesa. Desde el punto de vista práctico comercial, los depósitos de talco se pueden clasificar en los siguientes 4 grupos (Piniakiewicz et al., 1994):

1) Esteatita compacta (*steatite-compact*), está constituida por agregados masivos criptocristalinos que pueden ser aserrados, perforados y tallados en diferentes formas. Bajo calcinación a 1800 °F durante 6 horas se convierte a una mezcla de cristales de clinoestatita llamada “lava”. Tiene una buena propiedad aislante eléctrica.

2) Talco tabular blando (*soft platy talc*) es un producto de alteración de rocas sedimentarias carbonáticas magnesianas, donde la clorita es un mineral accesorio común. Es el tipo más importante de talco ya que posibilita los mayores usos industriales actuales y potenciales.

3) Talco tremolítico, a veces llamado talco duro (*hard talc*) es una roca masiva o laminada compuesta por porcentajes variables de tremolita, antofilita, calcita, dolomita, serpentina y verdadero talco blando. Está caracterizado por contenidos de 6 a 10 % de CaO.

4) Mezclas de menas de talco (*mixed talc ores*) incluyen a los llamados talcos blandos y son rocas esquistosas blancuzcas friables compuestas de talco, dolomita, calcita, serpentina y muchos otros minerales traza. En casos, son comunes las mezclas de talco, clorita y dolomita.

Usos

Desde el punto de vista industrial, el talco está comúnmente asociado y vendido junto a mezclas talcosas con tremolita, clorita, dolomita, mica y magnesita.

El término esteatita (*steatite*) fue un nombre mineralógico aplicado a la especie pura, aunque en el mercado actual refiere a una variedad masiva de talco utilizado en manufacturas aislantes eléctricas y bloques que pueden ser utilizados para ser aserrados. Variedades impuras de bloques o masas de talco se denominan comúnmente piedra jabón o sapo (*soapstone*) y los blandos usados para la manufactura de lápices, se denominan tiza francesa (*french chalk*).

Los usos industriales del talco son extremadamente versátiles dependiendo de sus purezas. De este modo, se utilizan desde grados esteatita para farmacia y cosméticos hasta la mayoría del talco mezclado con tremolita que se utiliza en la industria cerámica, por sus propiedades de fundente particularmente en los esmaltes.

La mayoría del talco de grado carga, utilizado en las industrias del papel, plásticos y del caucho es, en el mejor de los casos, un 90 % de talco asociado con dolomita, calcita, chert, arcillas, serpentina, clorita, actinolita y minerales contenedores de hierro y manganeso y materiales carbonosos.

Cabe señalar que, a pesar de su tradicional uso como material cosmético, a partir de los avances de los análisis toxicológicos, se desaconseja el uso del talco como polvo relacionado con los seres humanos debido al riesgo de producir enfermedades (National Toxicology Program, 1993).

También se utiliza talco en diferentes sustancias como lubricante, en cubiertas anticorrosión, como polvo extinguidor de fuego, industria textil, pulimento de cereales, agente blanqueador, absorción de olores en alimentos, ceras de pisos, filtro de aguas, tratamiento de cueros (absorción de aceites), rellenos de juntas, insecticidas, pomadas de zapatos, tintas de impresión, encapsulante en artillería, cubrimiento de *pellets* de hierro y fuente de magnesio en aditivos vegetales.

Las tendencias de su utilización como material participante en diferentes productos (sellantes, adhesivos, etc.) marca un incremento (Piniakiewicz et al., 1994). Sin embargo, el talco tiene muchos minerales sustitutos que le hacen competencia: feldespatos, caolinitas, wollastonita, micas, sienitas, etc. en la industria cerámica. Las calizas y dolomías compiten como materiales de carga en las industrias de las pinturas, papel y plásticos.

MARCO GEOLOGICO DEL CINTURÓN SAN JOSÉ

El sector estudiado integra el extremo occidental del Cinturón San José (Figuras 1 y 2), unidad que forma parte del Terreno Piedra Alta (Preciozzi et al., 1979; Bossi et al. 1998, Bossi & Ferrando, 2001). El Terreno Piedra Alta (Cratón del Río de la Plata, ss.) reúne a un conjunto de litologías que se relacionan al Ciclo Transamazónico y se sitúan al Oeste de la Falla de Sarandí del Yi (Oyhantçabal et al., 2011).

Está constituido por un complejo gnéisico-migmatítico central, compuesto esencialmente por granitoides porfiríticos foliados intercalados con diferentes tipos de migmatitas y rocas máficas paleoproterozoicas, al menos en la porción sur, donde se intercalan varios cinturones metamórficos de diferente grado y extensión (Preciozzi et al., 1999) con edades de 2.1 Ga (Oyhantçabal et al., 2003).

En el Cinturón San José, la secuencia volcánosedimentaria de grado medio presenta paragénesis a grafito y almandino, micaesquistos a granate, biotita, estaurólita y disteno, cuarcitas con granate y anfibolitas a granate, donde ese conjunto indicaría condiciones metamórficas que alcanzaron la zona de la sillimanita (Masquelin, 2006).

Los términos metasedimentarios reúnen a conglomerados, wackes, dolomías, pelitas y margas, estos dos últimos parcialmente transformados a talcoesquistos y cloritoesquistos.

Formación Cerros San Juan

Esta unidad, propuesta por Roth et al. (1980) y formalizada por Preciozzi et al. (1985), se compone de cuarcitas escasamente metamórficas, con contenido de grafito, esquistos sericíticos, talcoesquistos, restos de vulcanitas ácidas (riolitas, ignimbritas), calizas y dolomías. Consiste en una secuencia volcánosedimentaria de bajo a muy bajo grado de metamorfismo incluidas dentro de la Formación Paso Severino por Bossi et al. (1965).

La formación se encuentra separada en dos bloques con direcciones generales NE y buzamiento vertical a subvertical, donde el bloque Oeste tiene un control N30° - 50° y el bloque Este N50° - 70° (Bonjour, 2016). Ese autor realizó una caracterización pormenorizada de la secuencia metavolcánica, señalando la presencia de un magmatismo bimodal representado por metarioritas, metariorodacitas e metaignimbritas así como metabasaltos.

La posible edad arqueana (o Eoproterozoica) está acotada por los intrusivos magmáticos de amplio espectro composicional y temporal asocia-

dos con los acontecimientos Transamazónicos (2.000 ± 100 Ma) que la afectan intruyéndola y deformándola. En los alrededores del Paso del Pelado del Arroyo Miguelete se reconocen rocas volcánosedimentarias de tipo espilita-keratófírica, donde de este a oeste aparece una secuencia de anfibolitas, micaesquistos, filitas y cuarcitas, dentro de la cual se reconocen los lentes de talco (Bossi & Navarro 1991).

Además, cuarcitas afloran extensamente en los denominados Cerros de San Juan a pesar que durante mucho tiempo se discutió si eran riolitas o cuarcitas, aunque pueden reconocerse metamorfitas derivadas de keratófiros de la primitiva serie volcánosedimentaria.

Granito del Arroyo Miguelete

La secuencia volcánosedimentaria se encuentra intruída por el Granito del Arroyo Miguelete (Heinzen & Gómez 1980), descrito como un granito leucocrático de grano medio de forma ovoide de 40 km de longitud mayor en sentido NS y unos 10 km, en sentido EO, y mencionan la existencia de una aureola de contacto.

Este granito, al igual que la Granodiorita de Isla Mala y el Granito de Mahoma son considerados intrusiones tardío y postorogénicas (Bossi & Navarro, 1991). Posteriormente, Bossi et al. (1998) definen a todas estas rocas dentro del Complejo Plutónico Isla Mala, al que atribuyen edades Rb/Sr sobre roca total que oscilan en torno de los 2.200 Ma.

Este Cinturón se desarrolla con un rumbo sublatitudinal y hacia su flanco norte presentaría una cabalgadura con vergencia al sur estratigráficamente datadas en 1900 Ma que explica la relación entre las fajas de grado bajo a medio con las áreas gnéisico graníticas septentrionales de la Faja Granitizada Florida (Bossi & Ferrando, 2001).

El Cinturón San José constituye una zona de basamento arqueano volcánosedimentario metamorfizado relacionada con una antigua sutura obductada caracterizada por poseer una serie petrológica asociada a típicos *greenstones* (de Wit & Ashwal, 1997).

Formación Fray Bentos

Esta unidad litoestratigráfica fue propuesta por Goso (1965) se compone de arena fina, arcilla y loess. En las partidas más bajas de la formación se encuentra también material procedente del basamento. Los depósitos contienen carbonatos finamente distribuidos, concreciones calcáreas y

localmente lentes de calizas (caliches).

El color es amarronado-anaranjado, la potencia en los alrededores de la mina está por debajo de los 20 m. Se le atribuye una edad oligocénica.

Formación Libertad

Esta formación pleistocénica fue definida por Goso (1965) para reunir a depósitos de loess y lodolita. En el área de estudio contiene, en la parte basal, frecuentemente concreciones de carbonatos (Losskindel). El loess no está estratificado, es de coloración marrón clara y tiene una potencia menor de 10 m.

Las unidades litoestratigráficas citadas, generalmente están cubiertas por un suelo, que fue separado en la cartografía, debido a que localmente alcanza potencias muy altas. Se trata de un horizonte arcillo-limoso de color negro que contiene múltiples fragmentos de las rocas básicas (esquistos, cristalinos, cuarzo y granitoides). En general, los suelos que se desarrollan en el área de estudio sobre las unidades Libertad y Fray Bentos alcanzan mayor desarrollo, mientras que los que ocurren a expensas del basamento son superficiales.

Contexto tectónico

Desde el punto de vista geotectónico, Bossi et al. (1996) consideran que la secuencia volcano sedimentaria del Cinturón San José se formó en un ambiente oceánico profundo que evolucionó

hacia un ambiente de aguas someras y culminó en uno subaéreo con un pasaje desde un estilo tectónico extensional en corteza oceánica hacia uno compresivo con probable participación de corteza continental asimilable a un arco ubicado sobre un margen activo.

Con posterioridad (durante al menos el Proterozoico inferior), fue intruída por un plutonismo tardío a postectónico de composiciones variables entre leucogranitos y gabros, pero con un marcado predominio de los términos granodioríticos y conspicuos procesos de mezcla de magmas que desarrollaron en la porción central del Cinturón, aureolas metamórficas.

Los esquistos metavolcánicos y metasedimentarios de la Formación Cerros San Juan tienen una dirección general NE - SW y una inclinación subvertical a vertical. Localmente los esquistos aparecen intensamente plegados, siendo los ejes de estos pliegues aproximadamente verticales. La serie está atravesada por múltiples fracturas transversales en dirección sublatitudinal. En el sector del granito Miguelete se pueden reconocer sobre las fotos aéreas fotolineaciones, que en su mayor parte tienen también una dirección E -W. Sobre las rocas metamórficas y el cuerpo granítico intrusivo, yacen discordantemente los depósitos de las Formaciones Fray Bentos y Libertad.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

El presente trabajo se concentró en el área denominada Zafiro al Sur de la Mina Narancio y que fueron explorados en los años 1998-1999 por la empresa minera argentina Cerámicos Zafiro S.A. A tales efectos, se realizó un relevamiento geológico de campo a partir de sondeos someros distribuidos por una grilla sistemática del orden métrico para comprobar la correlación de sectores talquíferos y sus encajantes por debajo de la cubierta edáfica.

Se complementó el mapeo de las principales unidades litoestratigráficas y descripciones de las características mineralógicas y estructurales de las manifestaciones talquíferas con la interpretación de aerofotogramas monocromáticos a escala 1:20.000 (Fuerza Aérea Uruguay del 14 de enero de 1981) e imágenes satelitales.

Como gran parte de la superficie de los sectores de mayor interés están edafizadas por montes autóctonos y actividades agropecuarias. Para mejorar el acceso a los afloramientos y antiguas labores se efectuaron también destapes con métodos manuales y algunas trincheras

mediante el uso de maquinaria vial concentrados en los alrededores de antiguas labores mineras.

Para la realización del muestreo sistemático a partir de pozos someros se utilizó como base topográfica al plano de relevamiento a igual escala realizado especialmente por el Estudio Acevedo para Canteras Zafiro en octubre de 1988.

En el mismo, para facilitar la orientación de los usuarios en el campo y resaltar aspectos geoeconómicos se incorporaron algunos laboreos mineros antiguos.

Las muestras obtenidas fueron analizadas de modo no sistemático desde el punto de vista químico e industrial mediante ensayos térmicos y de difracción de rayos X.

Con la finalidad de complementar el conocimiento del sector, se realizó una síntesis de la información disponible de la Mina Narancio (actualmente inundada) a partir de los estudios detallados de Roth et al. (1980) y se intentó visualizar la geología de la Mina Dante Ramos (actualmente abandonada e inundada) pero sin obtener accesos significativos de afloramientos.

RESULTADOS

La comarca estudiada observa una topografía llana y monótona representada por lomadas y depresiones muy suaves con desarrollo de importantes cubiertas edáficas con vegetación natural o cultivada (Figura 3).

Aisladamente, sólo en las cumbres de las lomadas y fondos de arroyos o dentro de pequeñas canteras o cortes de caminos, es posible observar algunos afloramientos relativamente frescos como para extraer conclusiones geológicas.

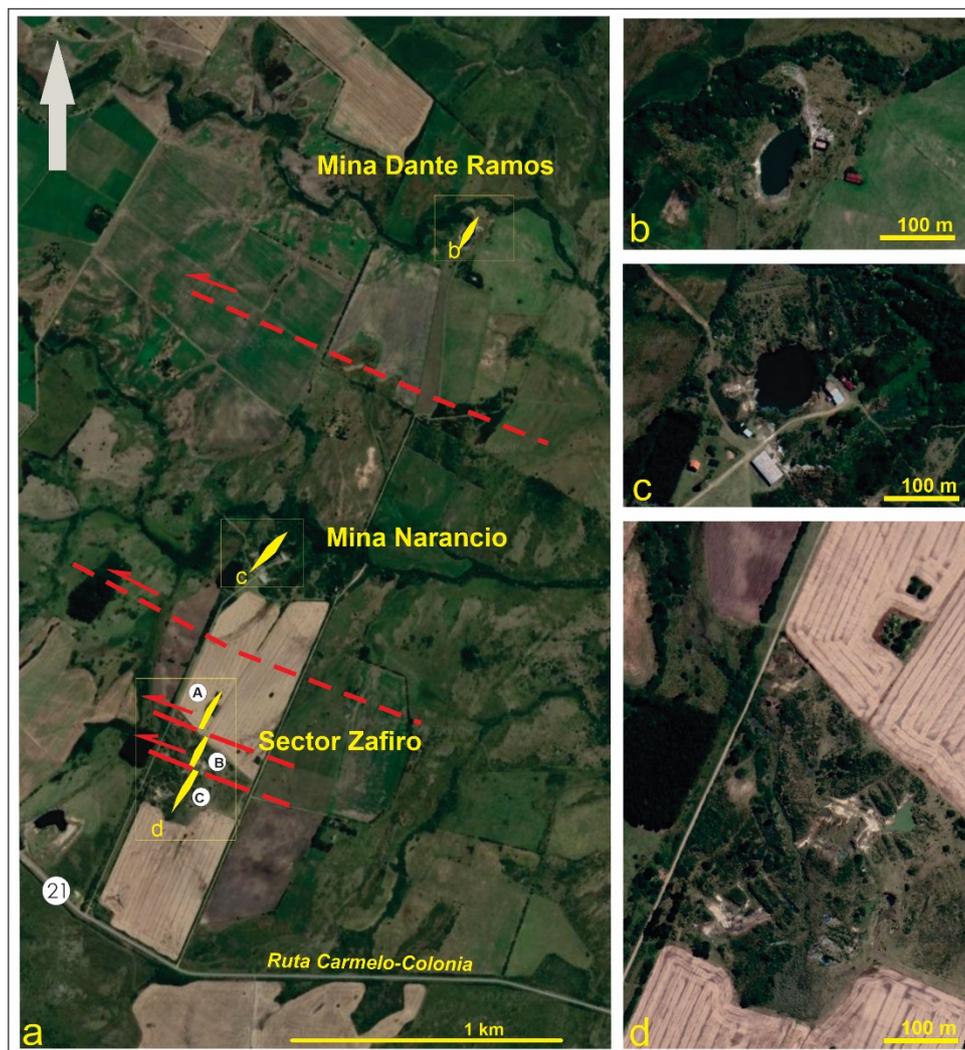


Figura 3 - a: Imagen actual obtenida del GoogleMap que muestra la distribución de los depósitos talquíferos. b: Mina Dante Ramos, c: Mina Narancio, d: Sector Zafiro.

En este sector se pudo reconocer una secuencia de rocas variablemente alteradas a minerales talcosos dispuestas según Az. N 50° a 60° e inclinaciones comprendidas entre la vertical y 75° hacia el NW, intercalada entre rocas de tipo volcánicas básicas al Este y pórfidos riolíticos y cuarcitas al Oeste (Figura 4).

Las rocas que constituyen esta faja tienen aspectos marmóreos o sacaroides con considerable tenacidad y se intercalan con otras litologías de aspecto brechoso con mayores venulaciones silíceas. También, se han reconocido niveles de cuarcitas de grano medio muy tenaces y variablemente teñidas por oxidados de hierro.

Los encajantes parecen disponerse de modo continuo a ambos lados de la faja mineralizada y

ser semejantes a los que observan los depósitos de la Mina Narancio.

A partir de la interpretación estereoscópica limitada de la zona de estudio se puede considerar la existencia de accidentes transversales al arrumbamiento del Cinturón San José dispuestos según rumbos comprendidos entre Az. 115° y 150° , ambas con inclinaciones muy fuertes a subverticales que provocarían desplazamientos de rumbo senestrales (Figura 3).

Si se toman en cuenta los contactos graníticos orientales interpretados y la posición de las Mina Narancio, Canteras Zafiro y Ex Mina Dante Ramos se podrá comprobar una distancia bastante constante entre ellas del orden de los 500 m (Figura 4).

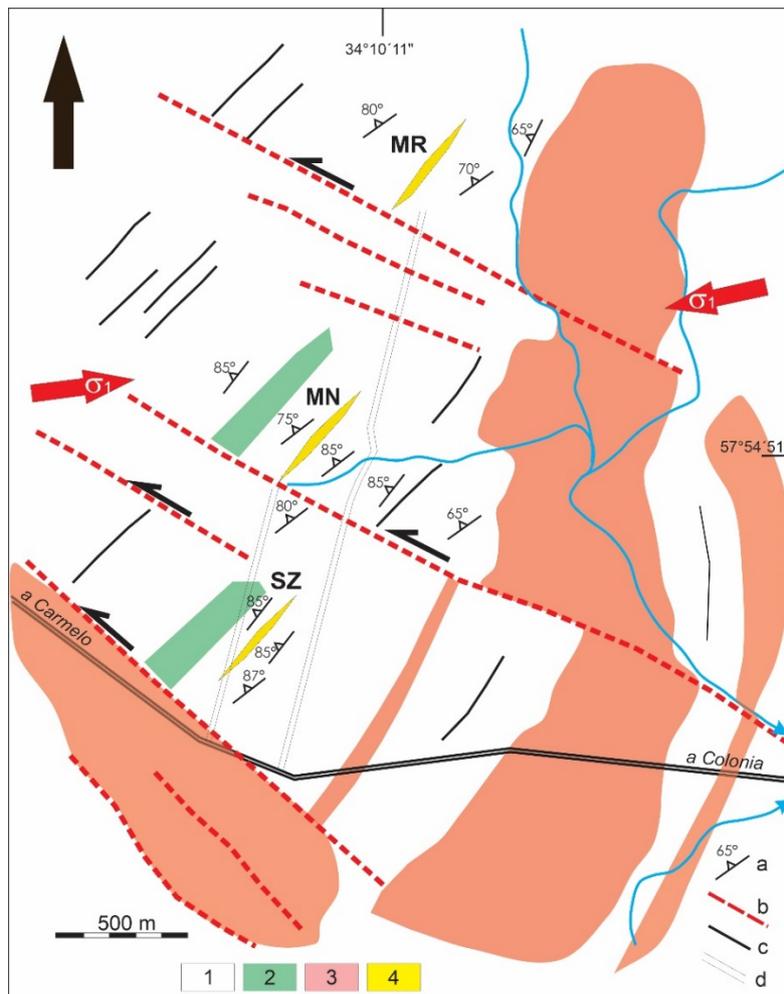


Figura 4 - Esquema de la distribución de los depósitos de talco **MN**: Mina Narancio, **SZ**: Sector Zafiro y **MR**: Mina Dante Ramos. 1: Formación Cerros de San Juan (con cubiertas sedimentarias parciales de las formaciones Fray Bentos, Libertad y suelos), 2: niveles cuarcíticos, 3: cuerpos graníticos, 4: manifestaciones talquíferas. a: disposición del clivaje, b: fallamientos interpretados, c: lineamientos menores, d: caminos.

Mina Dante Ramos

Esta mina actualmente abandonada fue explotada mediante medios mecánicos con vagonetas accionadas por guinchos eléctricos. Sobre escarpas entre el nivel del suelo y el agua de la cantera con una expresión superficial ligeramente ovalada en dirección NNE-SSW se reconoce una orientación preferencial de la anisotropía con rumbo 30 a 40° e inclinación de 80° al NW asociada a las metasedimentitas que contienen lentes talquíferas.

Una fracturación dispuesta con rumbos 110° y 140° e inclinaciones que oscilan entre 75° y 80° al SW afecta a las anteriores.

Mina Narancio

La Mina Narancio se localiza en la zona conocida como Cerros de San Juan, inmediatamente al norte de la carretera N° 21 (Treinta y Tres Orientales) que une Colonia con Carmelo, a unos 3 km al Oeste del Puente del Pelado construido sobre el Arroyo Miguelete, en campos de propiedad del Señor Otero visto en figura 4.

Este depósito produce a partir de una explotación subterránea semimecanizada, actualmente, se encuentra inactiva y totalmente inundada prácticamente hasta el tope de depresión de unos 50 m de diámetro producida por la explotación a cielo abierto (Figura 4c).

Desde el punto de vista de su geología local, se conocen los trabajos pioneros de Lee (1914), Marstrander (1915) y Walther (1919) que realizan descripciones superficiales de los depósitos de talco de la Mina Narancio. Luego, Roth et al. (1980), aporta estudios geológico-económicos apoyado por la información proporcionada por 4 sondeos con recuperación de testigos, tres de ellos inclinados a 45° de 91, 73, 60 m, respectivamente, y el restante vertical de 65 metros.

En todos ellos se reconoce una serie volcanosedimentaria metamorfozada en grado bajo, de manera que las lavas conservan al menos parcialmente su textura original (Figura 5).

De este modo, se indican niveles de talcoesquistoso que se localizan inmediatamente en contacto

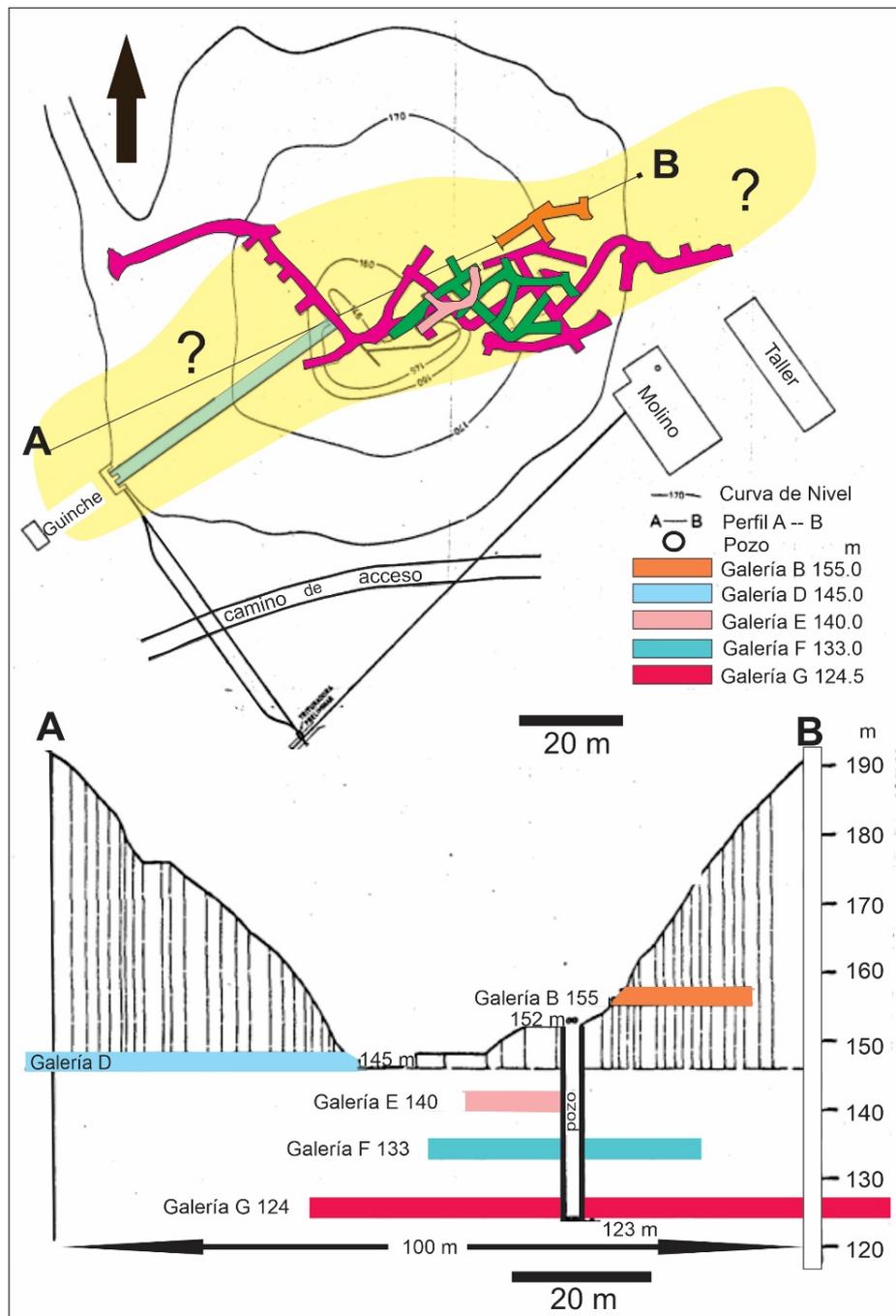


Figura 5 - Plano de las labores subterráneas de la Mina Narancio al año 1980 realizado por Carlos Gómez Rifas y Walter Heinzen (tomado de Roth et al. 1980).

con metavolcanitas verde oscura con piritita, de grano fino y foliada, asociada a dolomías grises masivas y esquistos verdes cloríticos con tremolita radial y hacia el tope metavolcanitas gris cuarzosas (riodacita a dacita).

A partir de estos estudios, se las correlaciona con la Formación Cerro de San Juan compuesta por cuarcitas escasamente metamórficas algo grafitosas, esquistos sericíticos, talcoesquistos, restos de volcanitas ácidas (riolitas e ignimbritas), calizas y dolomías.

Como fue señalado en los antecedentes, desde Preciozzi et al. (1985) varios autores continúan el uso de Formación Cerro San Juan a la que

consideran una serie volcanosedimentaria compuesta por una secuencia sedimentaria de dolomías, talcoesquistos, calizas, filitas, cuarcitas y metaconglomerados y otra volcánica de metadolomías, metabasaltos, metariolitas y metadacitas.

Además, en algunas descripciones petrográficas, indican la presencia de talco tremolítico-serpentinita, tremolita, esquistos biotíticos cloritizados y metavolcanitas, pero sin indicarse la posición relativa de las rocas ni sus relaciones geométricas.

Estas litologías se asocian al resto de las rocas reconocidas en la Formación Paso Severino, debido a lo cual Bossi & Navarro (1991) desa-

consejan su uso, ya que los únicos elementos atípicos serían el talcoesquisto y las metarriolitas.

Esta mina produce un talco clorítico de tipo “espuma” de muy buena calidad que es muy codiciado por sus características de pureza y composición inerte en la industria farmacéutica (Figura 6). A partir de los sondeos realizados la

potencia real del cuerpo principal talcoso de la mina Narancio oscila entre valores de 5,2 y 8,3 m compuesta por aproximadamente 30 % de talco de primera calidad, aproximadamente 40 % de talco de segunda calidad y aprox. 15 % de talco de tercera calidad con aproximadamente 15 % de roca caja (dolomita, microgabro).

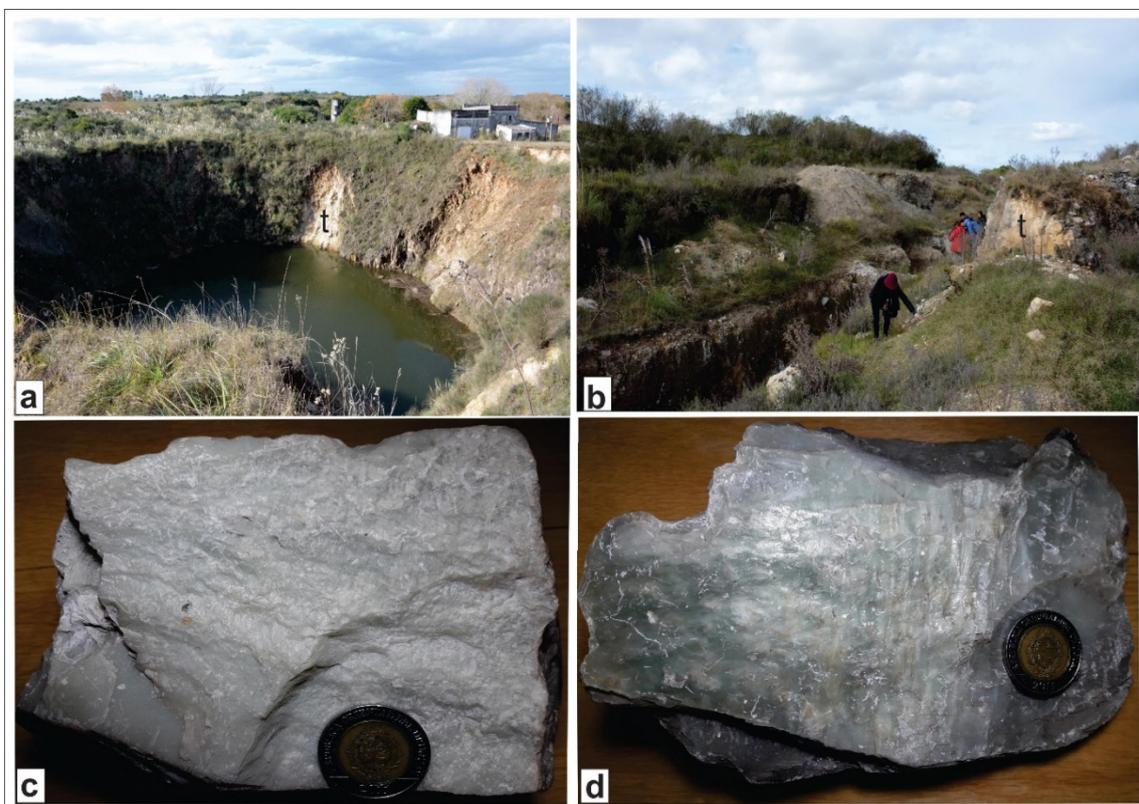


Figura 6 - Fotografías: **a**: vista actual del cráter de explotación de la Mina Narancio (t: afloramiento talquífero), **b**: vista de una trinchera dispuesta E-W del Sector Zafiro (t: afloramiento talquífero), **c**: Muestra del talco clorítico compacta con brillo sedoso de la Mina Narancio, **d**: muestra con fuerte anisotropía con rasgos de espejos de fricción y deformación dúctil que expresa una fluidalidad de la Mina Narancio.

Sector Zafiro

El Sector Zafiro se localiza inmediatamente al sur de la Mina Narancio (Figura 3) y se caracteriza por la existencia de antiguas labores mineras que han sostenido una explotación artesanal (Figura 6b). Rossello (1998) realizó un relevamiento a partir de la fotointerpretación y la observación de muestras de materiales extraídos de pozos someros que trataron de atravesar la cubierta edáfica distribuidos en una grilla sistemática (Figura 7). Este trabajo permitió reconocer una secuencia de rocas variablemente alteradas a minerales talcosos dispuestas según Az. N 50° a 60° e inclinaciones comprendidas entre la vertical y los 75° hacia el NW, intercalada entre rocas de tipo volcánicas básicas al Este y pórfidos riolíticos y cuarcitas al Oeste. Estos encajantes parecen disponerse de modo continuo a ambos lados de la faja mineralizada y ser semejantes a los que observan los depósitos de la Mina Narancio.

Rocas metavolcanoclásticas

Estas son litologías típicas del Cinturón San José: metavolcanitas básicas y ácidas y metasedimentitas de variables composiciones que exhiben un arrumbamiento regional NE-SW a ENE-WSW, y fuertes inclinaciones desde subverticales hasta de 70° hacia el NW. Hacia el noreste del sector estudiado se reconocen rocas pizarrosas con muy bajo grado de metamorfismo. Contrariamente, al sudoeste, tanto en la cantera que se localiza al norte de la intersección de la ruta que conduce a Carmelo y la entrada a la Mina Narancio (próximo al Almacén de Reina), como en otros afloramientos aislados adyacentes, se identifican rocas muy tenaces de cuarcitas de grano medio, algo diamictíticas, y otras, de volcanitas ácidas (pórfidos cuarcíferos, riolitas, etc.). Estas litologías fotogeológicamente exhiben texturas suaves poco prominentes, tonos grises y una marcada anisotropía que se orienta NE-SW.

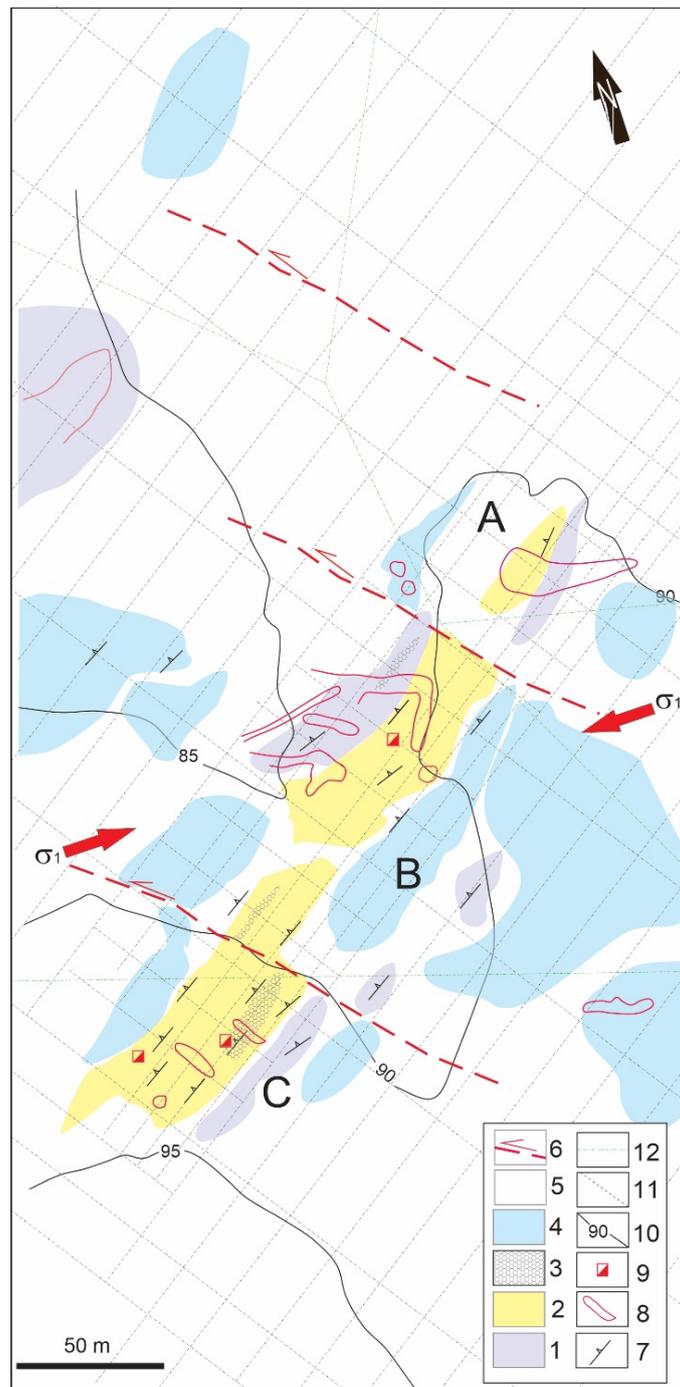


Figura 7 - Los depósitos del sector Zafiro se distribuyen sobre una aerofotografía inicialmente a escala 1:20.000 en 3 segmentos dispuestos a lo largo de un corredor NNE-SSW limitados por trazos discontinuos de fallamientos transcurrentes senestrales tardíos que afectan la continuidad de los cuerpos de talco. 1: volcanitas, 2: zonas talcosas, 3: zonas brechosas, 4: zonas volcánicas con talco, 5: cubierta de suelos, 6: fallas interpretadas con indicación de componente transcurrente senestral, 7: clivajes, foliación, esquistosidad, 8: laboreos mineros, 9: pozos mineros, 10: curva de nivel, 11: grilla de sondeos someros, 12: alambrados.

Leucogranitos miloníticos

Son cuerpos elongados según el arrumbamiento general de las rocas del Cinturón San José que afloran inmediatamente al SE del sector de talco estudiado. Observan características de ortogneisses o leucogranitos miloníticos fuertes evidencias de aplastamientos y con desarrollo de bandas de cizallamiento subordinadas que generalmente indican sentidos de movimientos senestrales. Estas litologías fotogeológicamente exhiben tex-

turas prominentes suaves, tonos claros y una marcada anisotropía que se orienta, al igual que las anteriores, NE-SW.

Granito uniforme

Al sur de la ruta que une Colonia con Carmelo y en el flanco oriental del sector relevado, se reconoce un granito menos foliado y más potásico que parece estar en contacto mediante falla con las rocas del Cinturón de San José. Este tipo de granito, parece aflorar también al Noreste de

la comarca estudiada, hacia ambos lados del Arroyo Miguelete (Figura 3). Estas litologías fotogeológicamente exhiben texturas prominentes, ásperas, tonos muy claros y se muestran como intrusivos dentro de las litologías del Cinturón de San José.

Cubierta sedimentaria y edáfica

Sobre todas las anteriores se dispone una extensa y variablemente potente carpeta edáfica con sectores que sostienen plantaciones. Sin embargo, los sondeos realizados permitieron reconocer las litologías infrayacentes.

Esta faja mineralizada exhibe tres sectores de afloramientos (A, B y C, Figura 7) los que presentan una potencia bastante constante entre 35 y 40 m limitado por rocas metavolcánicas básicas al este y rocas metavolcánicas ácidas y cuarcitas al oeste. Dentro de ella, pueden alumbrarse niveles de lentes y venulaciones de muy buena calidad intercalados en rocas fuertemente anisotrópicas de difícil identificación (a ojo

desnudo) variablemente alterados a minerales talcosos y/o afines blanco verdosos (Tabla I).

Se realizaron análisis orientativos a partir de difracción de rayos X de muestras que determinaron además del talco, contenidos significativos de pirofilita, clorita, dolomita y microclino.

A partir de la interpretación estereoscópica limitada de la zona de estudio se puede considerar la existencia de discontinuidades transversales al arrumbamiento del Cinturón San José dispuestos según rumbos comprendidos entre Az. 115° y 150°, que provocarían desplazamientos de rumbo senestrales. Si se toman en cuenta los contactos graníticos orientales interpretados y la posición de las Mina Narancio, Mina Dante Ramos y las aquí estudiadas se podrá comprobar una distancia bastante constante entre ellas. Estas observaciones a mayor escala coinciden con los datos micro-mesotectónicos relevados de discontinuidades, clivajes, esquistosidades y foliaciones (Figura 8).

Tabla 1 - Análisis expeditivos de tres muestras de talco del Sector Zafiro.

Elementos	Muestra A	Muestra B	Muestra C
SiO ₂	38	50	49
Fe ₂ O ₃	7	8	6
Al ₂ O ₃	18.5	15	14
CaO	1.5	1	1
MgO	25	20	23
Pérdida agua	10	6	7
total	100	100	100

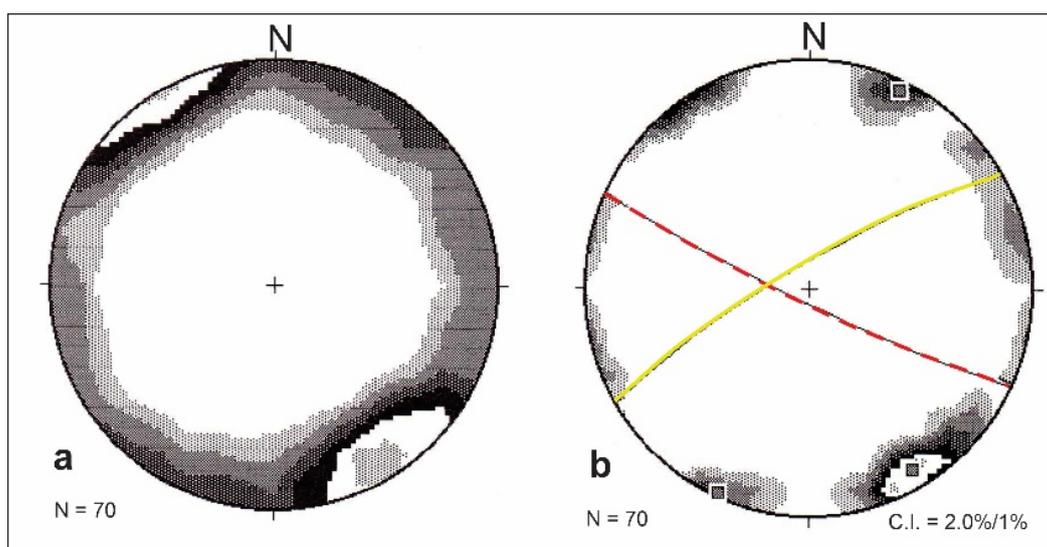


Figura 8 - Diagramas estereográficos (área equivalente). **a**: total de discontinuidades relevadas (clivaje de metavolcanosedimentarias, diaclasas y contactos). **b**: Diagrama polar interpretativo de las discontinuidades relevadas de las estructuras principales. Con notación ciclográfica línea amarilla, indica la posición promedio de la mayor población de discontinuidades dispuesta según un Az. N 60° (correspondiente al arrumbamiento regional del clivaje de esta porción del Cinturón San José). Línea roja, se indica el promedio según Az 120° que corresponderían a accidentes discontinuos póstumos que afectarían anteriores fracturamientos transcurrentes senestrales tardíos.

Características comunes de los sectores estudiados

La estructura interna de esta faja exhibe formas lenticulares subordinadas y yuxtapuestas, tanto en planta como en perfil, con disposiciones sub-verticales a inclinadas hacia el NO que oscilan entre los Az. 40° a 70°. Estas fajas mineralizadas se expresan estructuralmente como un contacto de primera magnitud entre rocas básicas y ácidas que indican la superposición de ambientes geotectónicos muy disímiles que podría considerarse como un contacto tectónico interno al Cinturón de San José. En consecuencia, a partir del análisis de las mineralogías existentes se considera preliminarmente que la génesis de los depósitos de talco puede estar vinculada en una escala regional con su localización asociada al greenstone y en escala más local una superposición de procesos metasomáticos a cuerpos dolomíticos de contacto con volcanitas riolíticas como de alteración hidrotermal de rocas básicas aluminicas combinados.

Los encajantes de esta faja mineralizada se pueden correlacionar por su petrología, formas, disposiciones, razón por la cual, confirmarían la idea que los depósitos de talco mencionados constituyen tramos de una única faja mineralizada, actualmente desmembrada por deformaciones discontinuas póstumas.

Los límites laterales de los sectores talquíferos parecen estar bien definidos, sin embargo, sus extremos el Norte y Sur son cubiertos por la carpeta edáfica, aunque podrían ser considerados por al menos alguna centena de metros más (Figura 7). Las rocas, con grados variables de alteración talcosa, que incluyen desde fajas prácticamente puras con talco tipo “espuma” de colores blanquecinos verdosos muy pálidos y

asociadas a cloritas con hábitos fibrosos radiales a otros lentes de gran tenacidad y pobres evidencias de talco. Todas las ocurrencias se disponen con marcados clivajes que son coincidentes con la orientación de una faja mayor dispuesta según un rumbo general de Az 60°, y unos 80° de inclinación hacia el NW.

La faja mineralizada se expresa estructuralmente como un contacto de primera magnitud entre rocas básicas y ácidas que indican la yuxtaposición de ambientes geotectónicos muy disímiles que bien podría considerarse como un contacto tectónico interno al Cinturón de San José. En este sentido, se considera muy preliminarmente que la génesis de los depósitos de talco puede estar vinculada a procesos metasomáticos de contacto y de alteración hidrotermal de rocas básicas aluminicas combinados, a partir del análisis de las mineralogías existentes. La continuidad de los asomos está levemente afectada por fallamientos con componentes transcurrentes de tipo senestral que generarían desplazamientos métricos y/o decamétricos de tipo izquierdo (Rossello, 2001). Dentro de esta faja se han detectado sectores con talco de gran pureza los que han merecido la realización de labores mineras antiguas (pozos y destapes). La estructura interna de esta faja parece exhibir formas lenticulares tanto en planta como en la vertical con disposiciones que oscilan entre los Az. 40 a 70°.

Si bien no se hicieron cálculos volumétricos confiables, los recursos talquíferos-cloríticos estimados a partir de los afloramientos y destapes de los 4 sectores de afloramientos conocidos hasta el presente (Sectores **A**, **B**, **C** y **D**) permiten sugerir interesantes reservas que estudios más detallados podrán discriminarlas con las diferentes calidades que requiere el mercado.

DISCUSIÓN

La génesis de los depósitos de talco estudiados partir de los modelos genéticos clásicos (Betejtin 1977; Piniakiewicz et al., 1994) exhiben características ambiguas. Como están emplazados dentro del Cinturón de San José, pueden ser asociados a una génesis combinada de alteración hidrotermal de volcanitas básicas y ultrabásicas ricas en magnesio típicas de un *greenstone* con aporte de soluciones con dióxido que carbono tipo Mina Shabrovskoe. Sin embargo, como también se encuentran cercanos a intrusivos tardíos, es posible considerar una participación de procesos metasomáticos de contacto en la fase hidrotermal en

contacto con dolomitas donde tiende a desarrollar lentes que se distinguen por su pureza y alta calidad tipo Mina Meadow o Luzenac (Fortuné et al., 1980).

La mina Narancio se emplaza en la Formación Cerros San Juan compuesta por riolitas masivas, en parte meteorizadas, de color grisáceo que están dispuestas con rumbo NE - SW interestratificadas en un banco de dolomías débilmente calcárea. Esta dolomía fue desgarrada en cuerpos lentiformes aislados, que tienen un buzamiento de aprox. 80° hacia SE que incluyen a su vez lentes más o menos talcosas. Junto a las rocas

acompañantes dolomíticas, Roth et al. (1980) hallaron también calizas débilmente metamórficas, dolomíticas, esquistosas a débilmente esquistosas y aisladamente esquistos biotítico-cloríticos, esquistos muscovítico-cloríticos, cuarcita biotítico-clorítica, rocas antigoríticas, rocas tremolíticas, rocas tremolítico-serpentinicas y granito. Sobre el cuerpo principal se desarrolló una explotación subterránea a partir laboreos.

Existe una asociación de minerales con variables proporciones cuantitativas de tremolita, talco, carbonatos, antigorita -clorita, cuarzo, microclina, minerales opacos, \pm zoisita, ζ epidota, biotita, ζ sericita. La estructura porfírica de las vulcanitas (cuarzo, oligoclasa, feldespato potásico, andesita/labradorita, clinopiroxeno), se mantuvo estable durante la metamorfosis. Mientras que la composición mineralógica primaria de la matriz se modificó totalmente, las inclusiones de cristales de feldespato y clinopiroxeno, mantuvieron su estructura en algunas partidas.

Roth et al. (1980) delimitaron los lentes de talco en la mina de acuerdo a los criterios de evaluación donde grandes partidas de talco de primera calidad fueron cartografiadas en forma separada. Bajo la designación "talco en general", también se incluyen enclaves de roca caja (dolomita, esquistos,

partidas silicificadas), ya que estos enclaves no son separados para la segunda y sobre todo la tercera calidad (motivo por el cual estas calidades son comparativamente más abrasivas). La cartografía demuestra, que el talco aparece en cuerpos lenticulares con dirección NE - SW a ENE - WSW con buzamiento casi vertical a vertical. Localmente aparecen filones de roca magmática, verde oscuro con una dirección aparentemente E - W.

Desde el punto de vista prospectivo, un relevamiento detallado sobre toda la extensión del Cinturón San José (continuaciones septentrional y austral de la faja talcosa), permitirá reconocer nuevos sectores interesantes ya que la naturaleza de los mismos tiende a ser obliterada por un mayor desarrollo de cubierta edáfica.

Así, en función de las diferentes calidades de talco que puedan beneficiarse de los depósitos estudiados se podrán definir diversos usos industriales además de los tradicionales cerámicos, como carga y mejorador en numerosas industrias abastecidas de modo habitual por dolomitas, caolines, etc. De este modo, se podrán aprovechar no sólo las calidades mineralógicas de los mismos si no también la excelente localización que tienen muy próxima a puertos (ciudad de Colonia) adecuados para su comercialización.

CONSIDERACIONES FINALES

Se realizó una síntesis de los resultados disponibles sobre la Mina Narancio a partir de los trabajos detallados de Roth et al. (1980) que se integran a los relevamientos de campo posteriores con apoyo de imágenes y un plan de sondeos someros sistemático. De este modo, se reconoce que las manifestaciones de talco de las minas Narancio y Dante Ramos al igual que el Sector Zafiro se disponen escalonadamente dentro de una faja principal mineralizada con talco que se emplaza dentro de la secuencia volcanoclástica del extremo occidental del Cinturón San José.

Los depósitos talquíferos se disponen con rumbo regional Az. N 60° limitados inmediatamente por metasedimentitas y metavolcanitas del Cinturón San José fuertemente anisotrópicas, afectados por fallamientos póstumos dispuestas según rumbos N 110° y 150°, ambas con inclinaciones muy fuertes a subverticales con componentes transcurrentes senestrales que provocan desplazamientos hectométricos.

Las mineralizaciones constituyen cuerpos lenticulares y venulaciones mineralizados en grados variables de talco (tipo "espuma") inter-calados en rocas de difícil identificación (a ojo desnudo) variablemente alterados a minerales talcosos y/o afines de clorita, pirofilita y dolomita de unos 10 a 40 m de potencia estimada dispuestos en forma de rosario a lo largo de por unos 400 m mínimos de corrida. Se reconocen cuerpos que exhiben sectores de volúmenes más discretos con talco de gran pureza que han merecido la realización de labores mineras pozos y destapes que sostuvieron la explotación durante muchos años de las minas Narancio, Dante Ramos y del Sector Zafiro.

Con la finalidad de asegurar las características económicas y continuidad en 3D de estos depósitos es necesario efectuar estudios petrológicos completos (BIMA, petrográficos y rayos X), para establecer las relaciones espaciales entre las diferentes litologías presentes y la localización de los cuerpos talcosos del Cinturón San José.

AGRADECIMIENTOS

Al Lic. Fernando Pestalardo (ex Canteras Zafiro) por su contribución en las actividades de campo. Al Dr. Roberto Scasso (Cátedra de Sedimentología de la Universidad de Buenos Aires) por los

análisis de difracción de rayos X. A la Dra. Manuela Morales (Universidad de la República) por aportar material fotográfico de las minas de talco.

REFERÊNCIAS

- ABBADIE, L. La minería en Uruguay: evolución, balance y perspectivas en el período 1880-2010. In: JORNADAS DE HISTORIA ECONÓMICA, 5°. <cienciassociales.edu.uy/wp-content/uploads/sites/6/2013/archivos/IIEVHE_Abbadie.pdf> [Acceso 24/2/2018], 2011.
- ANTHONY, J.W.; BIDEAUX, R.A.; BLADH, K.W.; NICHOLS, M.C. (Ed.). **Talc. Handbook of Mineralogy. Vol. II (Silica, Silicates)**. Mineralogical Society of America. Chantilly, VA. ISBN 0962209716, 904 p., 1995.
- ARANITIS, S. Les gisements de talc pyrénéens. Description – essai d'interprétation de leur genése. **Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières**, v. 1, p. 1-90, 1967.
- BETEJTIN, A. **Curso de Mineralogía**. Editorial Mir, Moscú, 739 p., 1977.
- BONJOUR, H. **Geología de la Formación Cerros de San Juan (Departamento de Colonia, Uruguay)**. Montevideo, 2016. 95 p. Trabajo Final (Licenciatura en Geología), Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.
- BOSSI, J. & FERRANDO, L.A. **Carta Geológica del Uruguay**. Versión digital. Geoditores - Facultad de Agronomía; Escala 1:500.000, Montevideo, 2001.
- BOSSI, J. & NAVARRO, R. **Recursos Minerales del Uruguay; versión digital**. Ed. Rojobona, Montevideo, p. 418, 2000.
- BOSSI, J. & NAVARRO, R. **Geología del Uruguay (edición 1988)**. Universidad de la República, Montevideo. Tomo 1, 453 p., 1991.
- BOSSI, J. & SCHIPILOV, A. **Rocas Ígneas Básicas del Uruguay**. Ediciones de la Facultad de Agronomía, Montevideo, 78 p., 2007
- BOSSI, J.; FERNÁNDEZ, A.Y.; ELIZALDE, G. Predevoniano de Uruguay. **Boletín de la Facultad de Agronomía-Universidad de la República**, v. 78, p. 1-49, 1965.
- BOSSI, J.; MUTTI, D.; PIÑEYRO, D.Y.; DI MARCO, A. El cinturón Arqueano Uruguayo de San José: caracterización litogeoquímica de su área tipo. In: XIII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO-III CONGRESO DE EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS, Buenos Aires, 1996. **Actas 3**... Buenos Aires, 1996, p. 567-579.
- BOSSI, J.; NAVARRO, R.Y.; CHILAVERT, J. Área de Prospección. Padrones N° 7505 y 4128, 7ª Sección Judicial, Departamento de Colonia. Informe geológico económico. **Colonia Minerales**. Inédito, 1994.
- BOSSI, J.; PIÑEYRO, D.; MUTTI, D. Y.; DI MARCO, A. El cinturón San José: unidad clave del terreno Piedra Alta en Uruguay. In: X CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA Y VIº CONGRESO NACIONAL DE GEOLOGÍA ECONÓMICA, 1, Buenos Aires, **Actas...** Buenos Aires, 1998, p. 52-57.
- CERNUSCHI, F.; GONZÁLEZ, F.; MORALES DEMARCO, M.; MARMISOLLE, J.; CONTI, B.; BOSSI, J. Breve historia de la exploración y explotación de recursos minerales y energéticos en Uruguay y perspectivas a futuro. **Revista Sociedad Uruguaya de Geología**, v. 21, p. 1- 23, 2018.
- CORONEL, N.; RISSO, A.; CESTAU, L.; SPOTURNO, J.; GÓMEZ, C.; HEINZEN, W.; MARI, C.; ROTHE, W.; THEUNE, C.; STAMPE, W. **Memoria de la carta de materias primas minerales no metálicas, a escala 1/1.000.000**. Ministerio de Industria y Energía-Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo, Uruguay, 1987.
- DANA, E.S. & FORD, W.E. **Tratado de Mineralogía**. Compañía Editorial Continental S.A., México, 912 p., 1973.
- DE WIT, M.J & ASHWAL, L.D. **Greenstone Belts**, Clarendon Press. Oxford, 809 p., 1997
- FORTUNÉ, J.P. ; GAVOILLE, B.; THIEBAUT, J. Le gisement de talc de Timouns près Luzenac (Ariège). In: CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONAL, 26°. Gisements, Français, 1980. **Fascicule...** Gisements, Français, 1980, E-10, 43 p.
- GONDIM, A.C. Exploration of talc deposits in Parana State, Brazil. **Mineralia Slovaca**, v. 33, p. 575-578, 2001.
- GOSO, H. El Cenozoico en el Uruguay. Instituto Geológico del Uruguay. Informe interno, 36 p., 1965.
- HEINZEN, W. & GÓMEZ, C. Mapa geológico del área de la Mina de talco Narancio S.A. In: ROTH, W., STAMPE, W., GÓMEZ RIFAS, C., HEINZEN, W., SPOTURNO, J. & MACHICOTE, D. **Investigaciones Geológico-Mineras de la Mina de Talco Narancio**. Instituto Geológico Ing. E. Terra Arocena, Informe Técnico Bilingüe Alemán-Español, Montevideo, 93 p., 1980. <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/41/090/41090800.pdf>
- HURLBUT, JR., C.S. **Manual de mineralogía de Dana**. Editorial Reverté, Barcelona, 653 p., 1974.
- LEE, M. 1914. **Importante mina de Talco**. Diario El Día, Montevideo, 27 de Octubre 1914.
- MARSTRANDER, R. Riquezas minerales de la República Oriental del Uruguay. **Boletín del Instituto de Geología y Perforaciones**, v. 2, p. 1 - 25, 1915.
- MASQUELIN, H. El Escudo Uruguayo. In: G. VEROSLAVSKY, G., UBILLA, M. & MARTÍNEZ, S. (eds). **Cuencas Sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos minerales: Paleozoico**. DIRAC, Facultad de Ciencias, Montevideo, p. 37-106, 2006.
- NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM. **Toxicology and carcinogenesis studies of talc (Non-Asbestiform) in Rats and Mice (Inhalation Studies)**. National Toxicology Program Technical Report Series 421: p. 1-287, 1993.
- OYHANTÇABAL, P.; SIEGISMUND, S.; WEMMER, K. The Río de la Plata Craton: A review of units, boundaries, ages and isotopic signatura. **International Journal Earth Sciences**, v. 100, p. 201-220, 2011.
- OYHANTÇABAL, P.; SPOTURNO, J.; AUBET, N.; CAZAUX, S.; HUELMO, S. Proterozoico del suroeste del Uruguay: nueva propuesta estratigráfica para la Formación Montevideo y el magnetismo asociado. **Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología**, v. 1, p. 38-49, 2003.
- PINIAZKIEWICZ, R.J.; MCCARTHY, E.F.; GENCO, N.A. Talc. In: CARR, D.D. (ed.) **Industrial Minerals and rocks Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc, Michigan, USA**, p. 1049-1069, 1994.
- PRECIOZZI, F., BASEI, M.A.S., & MASQUELIN, H. New geochronological data from the Piedra Alta Terrane (Rio de la Plata Craton). In: 2nd SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ISOTOPE GEOLOGY, Córdoba, 1999. **Abstracts...** Córdoba, 1999, p. 341-344.
- PRECIOZZI, F.; SPOTURNO, J.; HEINZEN, W. **Carta Geoestructural del Uruguay, escala 1:2.000.000 y memoria explicativa**. Instituto Geológico "Ing. Eduardo Terra Arocena", Montevideo, 62 p., 1979.
- PRECIOZZI, F.; SPOTURNO, J.; HEINZEN, W.; ROSSI, P. Carta geológica del Uruguay a escala 1:500.000 y memoria explicativa. ; Montevideo, 1985.
- ROSSELLO, E.A. Evaluación geoeconómica de los controles estructurales de los depósitos de talco al sur de Mina Narancio (Depto. de Colonia, Uruguay). Informe Inédito, 1998.
- ROSSELLO, E.A. Sistemas tectónicos transcurrentes: una síntesis de sus condiciones mecánicas y aplicaciones geoeconómicas. In: CORTES, J.M.; ROSSELLO, E.A.; DALLA SALDA, L. (eds). Avances en Microtectónica.

- Asociación Geológica Argentina, **Serie D, Pub. Especial**, Buenos Aires, v. 5, p. 19-43, 2001.
- ROTH, W., STAMPE, W.; GÓMEZ RIFAS, C.; HEINZEN, W.; SPOTURNO, J.; MACHICOTE, D. **Investigaciones Geológico-Mineras de la Mina de Talco Narancio**. Programa de Colaboración Geológica Uruguayo – Alemana. Instituto Geológico Ing. E. Terra Arocena, Montevideo, 93 p., 1980. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/41/090/41090800.pdf
- SERRA, N. Memoria explicativa del mapa geológico del Departamento de Colonia. **Boletín del Instituto Geológico del Uruguay**, v. 30, p. 1- 50, 1943.
- SIMANDL, G.J. & OGDEN, D. Ultramafic-hosted Talc-Magensite. In: SIMANDL, G.J., HORA, Z.D. & LEFEBURE, D.V. (eds.), **Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles**. Industrial Minerals and Gemstones, British Columbia Ministry of Energy and Mines, Open file 1999-10, v.3, p. 65-68, 1999.
- SIMANDL, G.J. & PARADIS, S. Carbonate-hosted Talc. In: SIMANDL, G.J.; HORA, Z.D.; LEFEBURE, D.V. (eds.), **Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles**. Industrial Minerals and Gemstones, British Columbia Ministry of Energy and Mines, Open file 1999-10, v. 3, p. 35-38, 1999.
- WALTHER, K. Líneas fundamentales de la estructura geológica de la República Oriental del Uruguay. **Revista del Instituto Nacional Agronomía**, v. 3: p. 1-186, 1919.
- WALTHER, K. Über Vorkommen und Entstehung eines Talkschiefers in Uruguay und über seine partielle Verkieselung - **Z.d.G.G, BD.** 66, Abh., Heft 3, S., Berlin, v. 2, p, 408-427, 1915.

*Submetido em 24 de novembro de 2022
Aceito para publicação em 12 de fevereiro de 2023*