

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Carta de Minerales Industriales,
Rocas y Gemas 3166-II

Cruz del Eje



Explotación de granito para uso ornamental. Grupo Orcoyana. Villa de Soto, Córdoba

Provincias de Córdoba, La Rioja y Catamarca

Mari Sapp y María Fernanda Gaido

Supervisión: Martín R. Gozalvez



INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES

SEGEMAR
SERVICIO GEOLOGICO
MINERO ARGENTINO

**Programa Nacional de Cartas Geológicas
de la República Argentina
1:250.000**

Carta de Minerales Industriales,
Rocas y Gemas 3166-II

Cruz del Eje

Provincias de Córdoba, La Rioja y Catamarca

Mari Sapp y María Fernanda Gaido

Supervisión: Martín R. Gozálvez

**SECRETARÍA DE MINERÍA
SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente Ing. Jorge Mayoral
Secretario Ejecutivo Lic. Pedro Alcántara

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director Lic. Roberto F. N. Page

DIRECCIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICO MINEROS

Director Dr. Eduardo O. Zappettini

SEGEMAR

Avenida Julio A. Roca 651 | 3º Piso | telefax 4349-3162
(C1067ABB) Buenos Aires | República Argentina
www.segemar.gov.ar | info@segemar.gov.ar

Referencia bibliográfica

Sapp M. y Gaido M.F., 2014. Carta de Minerales Industriales, Rocas y Gemas 3166-II, Cruz del Eje. Provincias de Córdoba, La Rioja y Catamarca. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N°402, 42 p. Buenos Aires.

ÍNDICE

RESUMEN	.....
ABSTRACT	.....
1. INTRODUCCIÓN	.....
2. SÍNTESIS GEOLÓGICA	.....
3. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES DEPÓSITOS	.....
3.1. MINERALES INDUSTRIALES	.....
3.1.1. ARCILLA	.....
3.1.1.1. Los Tártagos (El Simbolar y Saguión)	.....
3.1.2. CUARZO	.....
3.1.2.1. Grupo La Suerte (I-VIII)	.....
3.1.2.2. El Tata	.....
3.1.3. CUARZO y FELDESPATO (MICA, BERILO)	.....
3.1.3.1. San Benito	.....
3.1.3.2. Mina La Estrella de Don Basilio	.....
3.1.4. HALITA (SAL)	.....
3.1.4.1. Grupo Las Cañas	.....
3.1.5. WOLLASTONITA	.....
3.1.5.1. Grupo Quilpo-La Fronda	.....
3.2. ROCAS	.....
3.2.1. ÁRIDOS NATURALES	.....
3.2.1.1. Ríos Soto, Cruz del Eje y Pichanas	.....
3.2.2. CORDIERITITA	.....
3.2.2.1. Grupo Cerro Negro	.....
3.2.3. GRANITOS	.....
3.2.3.1. Grupo Orcoyana o El Pilón	.....
3.2.3.2. Grupo Rumi Huasi	.....
3.2.3.3. Grupo La Playa	.....
3.2.3.4. Grupo La Fronda	.....
3.2.3.5. Canteras Ormaechea (o Piedras Anchas) y Serrezuela	.....
3.2.4. MÁRMOL	.....
3.2.4.1. Canteras Quilpo	.....
3.2.4.2. Canteras La Fronda y Pampa de Los Guanacos	.....
3.2.5. TRAVERTINO	.....
3.2.5.1. Cantera La Lina	.....

4. LITOTECTOS Y MINERALOTECTOS	
4.1. LITOTECTOS	
4.1.1. Formación Quilpo	
4.1.2. Complejos Metamórficos (Pichanas, Cruz Del Eje, La Falda)	
4.1.3. Granitos Anatéticos	
4.1.4. Granitoides del Paleozoico inferior	
4.1.5. Granitoides del Paleozoico superior	
4.1.6. Formación Saguión	
4.1.7. Formación La Playa	
4.1.8. Depósitos fluviales y aluvionales	
4.1.9. Depósitos salinos	
4.2. MINERALOTECTOS	
4.2.1. Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	
5. CONCLUSIONES	
6. BIBLIOGRAFÍA	
ANEXO I. INDICIOS Y OCURRENCIAS MINERALES	

RESUMEN

La Carta de Minerales Industriales, Rocas y Gemas 3166-II, Cruz del Eje, se encuentra situada entre los paralelos 30°00' y 31°00' de latitud sur y los meridianos 64°30' y 66°00' de longitud oeste, en el ámbito de las Sierras Pampeanas Orientales. Comprende un amplio sector del noroeste del territorio de la provincia de Córdoba y se extiende hacia las provincias de La Rioja y Catamarca, abarcando una superficie de 16.021,83 km².

Geológicamente el área está constituida por complejos metamórficos e ígneos del Paleozoico inferior, sedimentitas volcánoclasticas cretácicas y sedimentitas clásticas terciarias y cuaternarias.

Posee una variedad importante de yacimientos a pesar de la baja superficie serrana que forma parte de la Carta, teniendo en cuenta que el 90 % de los litotectos se aloja en los bloques serranos.

Los recursos mineros más importantes están representados por los mármoles del Grupo Quilpo-La Fronda, utilizados especialmente para la producción de cal y cemento, y sus minerales asociados (wollastonita). El segundo recurso en orden de importancia lo constituyen los granitoides paleozoicos, aptos para la extracción de bloques y su posterior uso como roca ornamental. En el ámbito serrano también se encuentran los yacimientos de cuarzo hidrotermal y los minerales pegmatíticos (cuarzo, feldespato, mica y berilo) todos ellos genéticamente vinculados a los complejos metamórficos cámbricos y a los granitoides del Paleozoico superior. Constituyen depósitos de poca envergadura y de mediana a buena calidad, en especial el cuarzo. Otro recurso minero característico de la región son los mantos travertínicos, cuya explotación está actualmente paralizada, que constituyen significativas reservas para aprovechamientos futuros.

En las zonas bajas el principal recurso minero lo constituyen los áridos naturales (gravas, arenas). Los depósitos salinos han demostrado poseer un mercado sostenido en el tiempo a pesar de las restricciones geográfico-económicas que los limitan. Un recurso con potencial lo constituyen los depósitos de arcillas, tradicionalmente explotados para su uso en cerámicas, por su utilidad en procesos de saneamiento hídrico.

ABSTRACT

The 3166- II Cruz del Eje Industrial Minerals, Rocks and Gems Quadrangle is located between parallels 30°00' and 31°00' south latitude and meridians 64°30' and 66°00' west longitude, in the area of the Eastern Sierras Pampeanas. It comprises a large sector of northwest of Cordoba Province and extends to La Rioja and Catamarca provinces, covering about 16,021.83 km².

Geologically, the region consists of Lower Paleozoic metamorphic and igneous complex, Cretaceous volcanoclastic sediments and Tertiary and Quaternary sedimentary deposits.

It has an important variety of mineral deposits despite the mountain area is scarce into the chart, considering that 90% of litotectos are in the mountain blocks.

The most important mineral resources are represented by the marbles Quilpo-La Fronda Group, used especially for the production of lime and cement, and their associated minerals (wollastonite). Second resources in importance are the Paleozoic granitoids, suitable for extraction the blocks and subsequent use as a dimensional stone. In the mountain area are also quartz hydrothermal deposits and pegmatitic minerals (quartz, feldspar, mica and beryl), they all genetically linked to Cambrian metamorphic complexes and Upper Paleozoic granitoids. They represent deposit of low size and medium to high quality, in special the quartz. Another characteristic mineral resource of the region are the travertine, whose exploitation is currently paralyzed, which are significant reserves for the future.

In the lowlands the main mineral resource are the natural aggregates (gravel, sand). The salt deposits have demonstrated a sustained market on time despite geographic and economic constraints. Potential resources are the clay deposits, traditionally exploited for use in ceramics, to be useful in processes for water sanitation.

1. INTRODUCCIÓN

La Carta de Minerales Industriales, Rocas y Gemas 3166-II, Cruz del Eje, a escala 1:250.000, ha sido elaborada siguiendo la Normativa para las Cartas de Minerales Industriales, Rocas y Gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), en el marco del Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas.

Los trabajos de campo consistieron en tres campañas destinadas a la visita de los diferentes depósitos de minerales industriales, realizadas a lo largo del año 2005 con una actualización de las mismas en el año 2012.

El área de estudio se encuentra situada entre los meridianos 64°30' y 66°00' de longitud oeste y los paralelos 30°00' y 31°00' de latitud sur.

Comprende un amplio sector del noroeste del territorio de la provincia de Córdoba y se extiende en parte hacia las provincias de La Rioja y Catamarca, abarcando una superficie de 16.021,83 km². La ubicación del área de estudio y su relación con las cartas vecinas se muestran en la figura 1.

Dentro del territorio de la Carta se localizan el extremo norte de los tres cordones montañosos de Córdoba: Sierras Chicas, Sierras Grandes y Sierras de Pocho-Guasapampa, y la porción más austral de la Sierra Brava de La Rioja. Se disponen de este a oeste, la Sierra de La Higuera, el cordón de las serranías de Pajarillo-Copacabana-Masa, el valle de Charbonier y el extremo norte del valle de Punilla, Sierra de Cuniputo y Cumbres del Perchel.

La sierra de Copacabana tiene una altura máxima de 1426 m.s.n.m. El cordón de Cumbres del Perchel-Cuniputo tiene una altura media de 1.000 m.s.n.m. y en los valles de Punilla y Charbonier la media se acerca a los 900 m.s.n.m. Hacia el oeste se encuentra la porción septentrional de las Sierras Grandes de Córdoba y del sistema Pocho-Guasapampa. Aquí las mayores alturas están en el orden de 1.000 m.s.n.m (sierra de Guasapampa), mientras que las alturas medias se ubican entre los 550 y 750 m.s.n.m. Finalmente, en el extremo noroeste de la Carta se destaca un pequeño espolón del sur de la sierra Brava que no sobrepasa los 450 m.s.n.m.

La pendiente general del terreno desciende hacia el NNO destacándose las cuencas de los ríos Guasapampa, Pichanas, Soto, Cruz del Eje y Copacabana. Algunos de estos ríos alimentan los embalses Pichanas y Cruz del Eje. Las aguas terminan infiltrándose en la región de las Salinas Grandes,

donde se registra una cota media de 170 m.s.n.m. Esta extensa depresión de las Salinas Grandes, junto con las salinas La Antigua, Ambargasta y San Bernardo, forma uno de los sistemas salinos más grandes del mundo.

Estudios anteriores sobre aspectos geológicos del noreste provincial son variados y pertenecen a diversos autores de los cuales caben destacar los trabajos geológicos regionales de Pastore y Methol (1953), Lucero Michaut y Olsacher (1981), Candiani *et al.*, (2001) y los estudios de recursos minerales de Angelelli *et al.*, (1980), Angelelli (1984), Lyons *et al.*, (1997) y Sfragulla *et al.*, (1999).

Los recursos mineros dentro de esta Carta se caracterizan por concentrarse geográficamente en sectores serranos y diferenciarse según tipo de actividad, cada una de las cuales hace las veces de foco de desarrollo regional.

La actividad minera se moviliza desde los sitios de extracción hacia los centros de comercialización o hacia las plantas de procesamiento, siguiendo los ejes de circulación definidos por la infraestructura vial.

La red vial primaria está pavimentada en más de la mitad de su extensión, pero a la mayoría de los sitios se accede a través de las redes secundaria y terciaria, de tierra, que en muchos casos se encuentra en mal estado de conservación.

La Ruta Nacional N° 38 que une las provincias de Córdoba y La Rioja, y la Ruta Nacional N° 60, que hace lo propio entre las provincias de Córdoba y Catamarca constituyen los dos ejes principales por los que se moviliza la actividad minera.

2. SÍNTESIS GEOLÓGICA

El marco geológico de la Carta Cruz del Eje corresponde al de las Sierras Pampeanas Orientales (Caminos, 1979) caracterizadas por un basamento metamórfico e ígneo metamórfico del Cámbrico inferior (Lyons *et al.*, 1997), dispuestos en bloques fallados y volcados durante el Cenozoico que, junto con los procesos de erosión y sedimentación reinantes, le imprimen a la región la configuración actual.

La composición de los complejos metamórficos es variada (Lyons *et al.*, 1997), algunos con mármoles, rocas calcosilicáticas y anfibolitas (Formación Quilpo) y otros formados por esquistos, paragneises y migmatitas (Complejos Metamórficos La Falda, Pichanas y Cruz del Eje). Estas rocas alcanzaron un

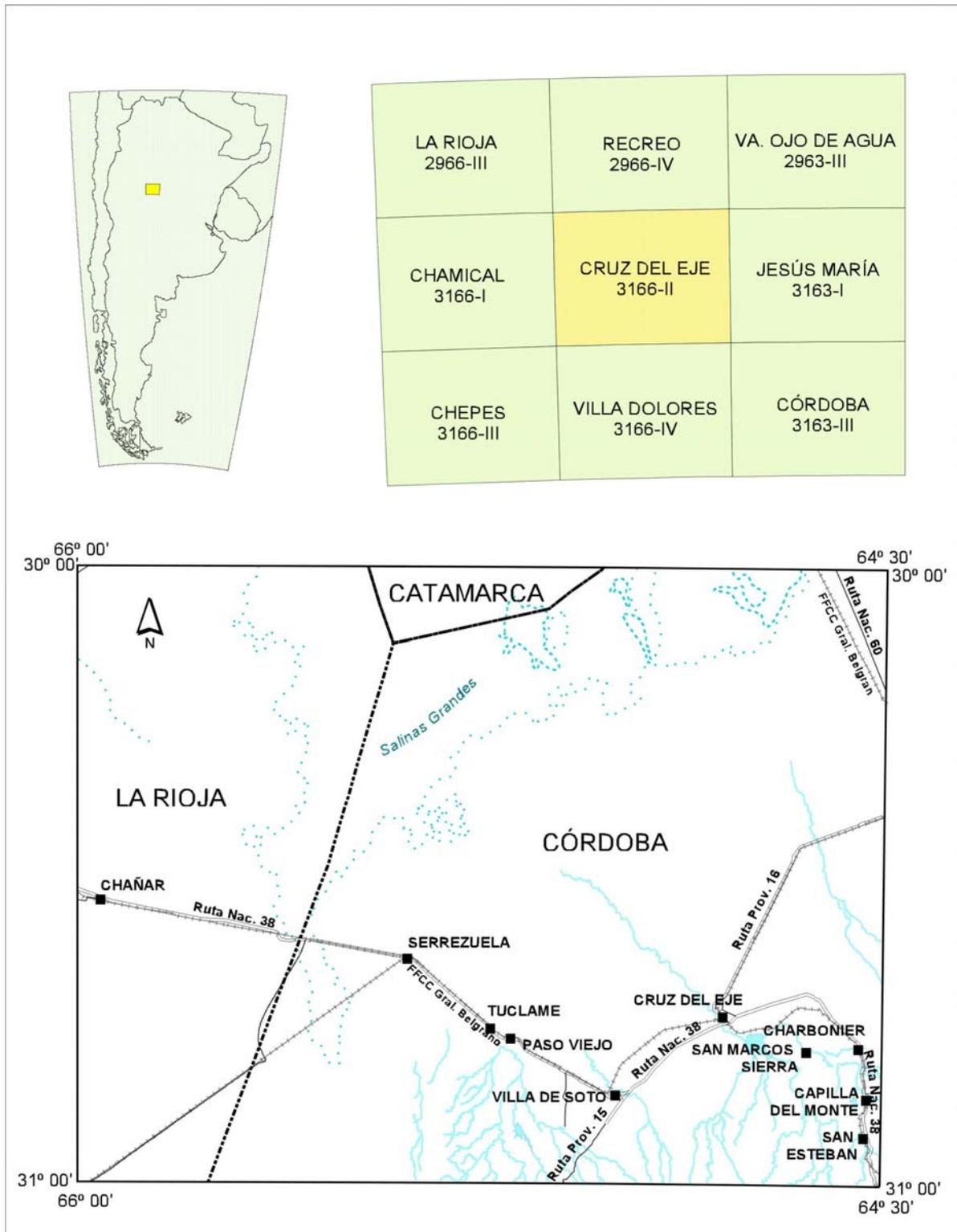


Figura 1: Área de estudio. Ubicación geográfica y relación con cartas vecinas.

grado metamórfico de facies anfíbolita produciendo localmente fusión parcial y emplazamiento de cuerpos ígneos peraluminosos como los granitos El Pilón, Casas Blancas, Rumi Huasi y la cordierita Cerro Negro (Sesana, 1978; Lucero Michault y Olsacher, 1981; Rapela *et al.*, 1995; 1999; 2002). Al final de este Ciclo orogénico tuvo lugar una fase magmática

félsica con la intrusión de monzogranitos, granodioritas y tonalitas agrupados en el Complejo Igneo Ascochinga (Pastore y Methol, 1953; Methol, 1958; Lyons *et al.*, 1997).

En el Ordovícico inferior (490 – 470 Ma) tuvo lugar una tectónica compresiva que produjo deformación y metamorfismo de grado medio, además de

estructuras de corrimiento y fajas de cizalla por donde se emplazaron granitoides como la Tonalita La Fronda (Lyons *et al.*, 1997; Rapela *et al.*, 1999; Bonalumi y Baldo, 2002) y las granodioritas Charquita (Olsacher, 1960; Gómez y Lira, 1998; Rapela *et al.*, 1999) y Esmeralda (Lyons *et al.*, 1997).

A partir del Devónico inferior se inicia un nuevo ciclo compresivo que reactivó antiguas zonas de cizalla (Guamanes) y generó deformación y metamorfismo en facies esquistos verdes en las rocas del basamento (Martino, 1993; Camacho e Ireland, 1997). Concomitantemente, se desarrolló un arco magmático que perduró hasta el Carbonífero superior, y que produjo grandes volúmenes de magmas félsicos evidenciado por numerosos plutones graníticos como los de Serrezuela (Lucero Michault y Olsacher, 1981; Gómez, 1998; 2003), Cumbre del Perchel (Murra y Baldo, 1996), Capilla del Monte (Rimann, 1926; Murra y Baldo, 1996) y Nepes (Candiani *et al.*, 2001).

En el Paleozoico superior la región se encontraba peneplanizada y cubierta por sedimentos fluvio-lacustres del Gupo Paganzo (González y Aceñolaza, 1972) del cual sólo quedan remanentes preservados en el graben de Tasa Cuna (Formación Tasa Cuna) de edad pérmica inferior (Leguizamón, 1972; 1975) y localizado en el extremo NO de la Carta. La tectónica extensional continuó durante el Cretácico formándose cuencas de rift donde se depositaron sedimentos clásticos continentales acompañados de lavas basálticas (Grupo El Pungo, Conglomerado Los Terrones, Formación Río Copacabana), posteriormente elevados por inversión del relieve a consecuencia del ascenso de las Sierras Chicas durante el Neógeno (Bain Larrahona, 1940; Pastore y Methol, 1953; Parker, 1968; Massabie, 1982; Gordillo y Lencinas, 1979; Álvarez *et al.*, 1990; Astini *et al.*, 1993; Schmidt *et al.*, 1995; Geuna 1997).

Ya en el Cenozoico queda instaurado un nuevo régimen compresional que produjo el levantamiento, a lo largo de fallas inversas N-S, de las actuales sierras separadas por cuencas intermontanas donde se depositaron las secuencias sedimentarias continentales terciarias del Grupo Punilla (Lencinas, 1963; 1971) y las formaciones Saguión (Bertolino *et al.*, 1997), Casa Grande (Lencinas 1963; Álvarez *et al.*, 1990), Los Chivatos (Coira y Koukharsky, 1979) y La Playa (Olsacher, 1960; Bondesio y Pascual, 1981) y los depósitos fluvio-eólicos y evaporíticos del Cuaternario (formaciones Río Cruz del Eje, Toro Muerto, Charbonier, Chuña, La Batea, Las Ollas y Guanaco Muerto).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES DEPÓSITOS

3.1. MINERALES INDUSTRIALES

3.1.1 ARCILLA

3.1.1.1 Los Tártagos (El Simbolar y Saguión)

Generalidades

Introducción: los depósitos de arcillas se localizan en la pedanía Copacabana, departamento Ischilín, extremo norte de la sierra de Masa y borde sudeste de la cuenca de las Salinas Grandes. Las labores más importantes desarrolladas son Los Tártagos (Cantera Vieja y Cantera Nueva) (30°32'21" L.S. - 64°35'45.7" L.O.) y Saguión (30°34'23.2" L.S. - 64°33'24.21" L.O.).

El acceso a los yacimientos se realiza desde la localidad de Cruz del Eje por la RP N° 16, asfaltada, por la que se recorren 15 km hasta el paraje de Huascha. Desde allí y por camino de tierra en muy buen estado se recorren 17 km hacia el noreste hasta llegar a las labores. Desde la localidad de Deán Funes el acceso se puede realizar por la RP N° 16 hasta el paraje de Chuña desde donde, tras el recorrido de 10 km con rumbo sureste, se llega a los depósitos.

La planta se encuentra en la localidad de Cruz del Eje.

Usos: en estos depósitos se extrae arcillas plásticas para uso en cerámica roja. El material se utiliza en la fabricación de ladrillos cerámicos, tanto macizos como huecos. Donnari *et al.*, (2010) han realizado ensayos con arcillas de los depósitos Los Tártagos y Saguión para potabilización de aguas arsenicales, los cuales arrojaron resultados alentadores.

Sistema de explotación: la actividad extractiva es a cielo abierto e históricamente han tenido producción intermitente. Actualmente la explotación de Los Tártagos se encuentra paralizada, mientras que la del yacimiento Saguión está activa, antiguamente explotado por Cerámica Cruz del Eje y ahora por la firma Mediterránea S.A. (Fig. 2).

Marco geológico

La cuenca de Salinas Grandes presenta una potente secuencia de sedimentos continentales terciarios (Mioceno-Plioceno) definidos estratigráficamente como Grupo Punilla. Datos de perforaciones (Alva-



Figura 2. Cantera de arcillas rojas en Saguión explotada actualmente por Mediterránea S.A.

rez *et al.*, 1990) indican que su espesor alcanzaría entre 500 a 1.000 metros. Los depósitos cubren discordantemente a sedimentos cretácicos y en parte al basamento.

Geología del depósito

Morfología: está constituido por 15 a 35 m de depósitos continentales rojizos de granulometría fina. La secuencia se compone mayoritariamente de pelitas color rojo a marrón rojizo oscuro, con un espesor de 4 a 7 m, sin base expuesta y areniscas rojas subordinadas (Fig. 3). Las pelitas están representadas por arcilitas, limolitas y fangolitas masivas a levemente laminadas, friables a ligeramente endurecidas, dispuestas en capas de 2 a 30 cm de espesor que, como en las fangolitas masivas, pueden llegar hasta los 2 m. Las areniscas varían de medianas a muy gruesas, son váquicas, con sábulos dispersos, están poco consolidadas y tienen estructura entrecruzada, laminación horizontal o masiva, y se dispo-



Figura 3. Cantera de arcillas rojas Los Tártagos. Sus dimensiones son del orden de 200 x 150 x 5 metros.

nen en capas de 2 a 40 cm de espesor (Candiani *et al.*, 2001).

Mineralogía: las asociación mineral de los estratos de interés minero está compuesta por cuarzo, calcita, biotita, muscovita, plagioclasa, feldespato potásico, ópalo-C, I/S (interestratificados), illita, esmectitas, escasas trizas de vidrio volcánico, trazas de clorita y como accesorios, hornblenda, actinolita, piroxenos y minerales opacos. Se asocian ocasionalmente con ceolitas (analcima y ceolitas Na-Ca), yeso, palygorskita y goethita. Predominan los procesos de disolución, precipitación y de autigénesis de minerales.

Tipificación: la granulometría de las pelitas en la Cantera Nueva está representada por un 87,4 % < 44 μm y 19,4 % < 2 μm (Bertolino y Murray, 1996). La asociación mineral característica de la fracción arcilla es: I/S con 15-20% illita e I/S con 50-60% illita, menor proporción de esmectitas e illita, trazas de clorita, acompañadas por calcita, cuarzo y feldespatos. Las arcillas expandibles (I/S y esmectitas) son neoformadas, con texturas típicas de precipitación subácua, formando una red de láminas muy crenuladas con contactos cara-borde y borde-borde, que recubren poros y granos minerales. La calcita presenta sobrecrecimientos.

La granulometría en la Cantera Vieja es 94 % < 44 μm y 50,6 % < 2 μm . La arcilla presenta un empaque denso con arreglo cara-cara de las láminas. Las láminas de I/S tienen sus bordes engrosados por depósitos de ópalo-C. La asociación mineral se compone de I/S con 15-20% illita e I/S con 50% illita, illita, analcima (en cristales euhédricos), yeso (ausente en la fracción < 2 μm), ópalo-C, escasos feldespatos y calcita y trazas de clorita.

Los materiales presentan en general un alto valor de relación $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (entre 2,57 y 3,81) que se relaciona con un elevado contenido de sílice pura o combinada (D.G.P.I.M, 1990/1991).

Durante el proceso de secado y cochura se observa una elevada contracción de los materiales. El alto contenido de Fe_2O_3 (entre 4,47 % y 6,2 %) produce pastas cocidas de color rojizo. El contenido de CaCO_3 y/o Mg es escaso o nulo. A su vez el alto contenido de álcalis le confiere una baja temperatura de cochura (entre 850° C y 900° C), siendo fusibles a mayores temperaturas. Debido a su fusibilidad se podría intentar ensayarlos tecnológicamente para probar su aptitud para la fabricación de gres por prensado de pasta seca (la pasta húmeda tendría elevada contracción), siempre y cuando el color oscuro del producto final no fuese inconveniente. Además, presentan cascotes duros pero grasos, por lo

que es conveniente humedecerlos y darles un reposo previo o maduración, más o menos prolongado, con el objeto de conseguir un reparto uniforme de la humedad de toda la masa, disolución de las sales y disgregación de los nódulos duros.

Por las características de los minerales dominantes en este tipo de depósitos, los ensayos se podrían orientar hacia aplicaciones de los materiales absorbentes.

Modelo genético

Las asociaciones y las texturas de los minerales encontrados en estos yacimientos son típicas de ambientes de lagos salinos, alcalinos, con condiciones áridas a semiáridas y señalan que tales condiciones habrían reinado en la zona durante el Terciario superior.

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósitos de arcillas sedimentarias (9m).

3.1.2. CUARZO

3.1.2.1. Grupo La Suerte (I-VIII)

Generalidades

Introducción: las canteras La Suerte I a VIII se ubican al noroeste de la provincia de Córdoba, 7 km al sur de la localidad de Serrezuela, en la sierra homónima, pedanía Pichanas, Departamento Cruz del Eje. Sus coordenadas geográficas son: 30° 42' 17" L.S - 65° 22' 39,6" L.O.

Producción: en el año 1996 se produjeron entre 1.300 y 1.500 t/mes de cuarzo de primera y segunda calidad. (Candiani *et al.*, 2001).

Usos: el cuarzo se destinaba a la producción de silicio metálico en la planta que la empresa posee en la ciudad de San Juan.

Sistema de explotación: el desarrollo de este importante recurso comenzó a principios de la década del '80 con la explotación del grupo minero «La Suerte», propiedad de Electrometalúrgica Andina S.A.I.C. La extracción del cuarzo se realizaba a cielo abierto mediante voladura con trituración y selección posterior. Actualmente la explotación del grupo La Suerte está paralizada y las instalaciones en mal estado de conservación (Fig. 4).

Marco geológico

El basamento metamórfico formado por esquistos biotíticos (Complejo Metamórfico Pichanas - Lyons *et al.*, 1997) está intruido por el plutón granítico de Serrezuela (Lucero Michaut y Olsacher, 1981; Gómez, 1998; Gómez y Martínez, 1999). El intrusivo presenta morfología elíptica elongada con su eje mayor de rumbo meridiano y abarca una superficie de 36 km². Está dividido en dos sectores, occidental y oriental, por un septo de metamorfitas.

Estructuralmente está limitado por una serie de fracturas relacionadas a megalineamientos regionales (Pocho-Guasapampa-Serrezuela) de rumbo submeridiano y de carácter compresivo con vergencia hacia el este y con el labio occidental hundido, marcando un resalto topográfico entre el sector occidental y el oriental del plutón. El contacto con la roca encajante es neto lo que evidencia el carácter intrusivo y postectónico del plutón.

Las edades radimétricas (K/Ar) de 321,3± 7,4 Ma y 303±2 Ma permiten interpretar que el plutón se habría emplazado durante el Carbonífero inferior-superior (Gómez, 2003).



Figura 4: Una de las labores del Grupo La Suerte y restos de la infraestructura obsoleta.

Geología del depósito

Litología del entorno: cuerpo silíceo localizado al este del sector occidental del plutón de Serrezuela, sobre el contacto entre el mencionado plutón y rocas metamórficas del Complejo Metamórfico Pichanas. La litología del plutón se conforma de monzogranito biotítico \pm muscovítico de mayor desarrollo areal y monzogranito biotítico turmalínico que se distribuye en forma mantiforme sobre el anterior. Ambas facies están intruidas por diques aplíticos y vetas silíceas. La caja metamórfica está compuesta por esquistos biotítico-cuarzo-plagioclásicos. En la zona de contacto se presenta un área greisenizada de unos 2,5 m de potencia con rumbo N30° y buzamiento subvertical que afecta tanto al plutón como al borde del cuerpo silíceo.

Morfología: el cuerpo es lentiforme con rumbo de 8°NE y buzamiento 28°SE, una potencia máxima de 300 m y una longitud entre 3 y 4 km (Lucero Michaut y Olsacher, 1981). Se emplazó siguiendo el rumbo de la fracturación regional en el contacto esquistos-granito en forma discordante con la esquistosidad regional. Está asociado a fajas rojas de granito cataclástico y en algunos sectores evidencia un alto grado de tectonismo formando una brecha aglomerada.

Mineralogía: es sencilla ya que está integrada mayoritariamente por cuarzo lechoso con presencia subordinada de sericita y óxidos de hierro (Fig. 5).



Figura 5: Bloque de cuarzo brechado y con óxidos de Fe del depósito La Suerte.

Tipificación: los yacimientos de cuarzo hidrotermal de las sierras de Córdoba se caracterizan por su elevado tonelaje de reservas y por presentar cuarzo de mediana a baja calidad (Tabla 1).

Modelo genético

Para la definición del modelo genético del depósito de cuarzo del Grupo La Suerte se tomó como base las hipótesis genéticas de Gómez (2003) quien definió a las vetas y cuerpos silíceos del plutón de Serrezuela como segregaciones silíceas que precipitaron a partir de fluidos de baja salinidad (meteóricos) a temperaturas superiores a 250°C y presiones inferiores a 1 Kb. Para el autor mencionado el cuerpo silíceo del Grupo la Suerte formó parte de la secuencia de emplazamiento del plutón.

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de vetas y brechas de cuarzo de asignación genética diversa (14j).

3.1.2.2. El Tata

Generalidades

Introducción: la mineralización de cuarzo se localiza en el noroeste de la provincia de Córdoba, pedanía Pichanas del departamento Cruz del Eje. Dista 20 km al sur de la localidad de Serrezuela y 2,5 km al sureste de la localidad de Piedrita Blanca, sobre el faldeo oeste de la sierra de Guasapampa. Sus coordenadas geográficas son: 30°48'44,4" L.S. – 65°24'41,1" L.O. El propietario de la mina es la empresa Víctor Ceballos S.R.L y actualmente la explotación se encuentra paralizada.

Producción, reserva y destinos: la producción alcanza unas 200 t mensuales (com. verb. del capataz Sr. Pedro Martín González). El depósito cuenta con un volumen de reservas inferidas de 10.000 t de material de mediana calidad (Rubio *et al.*, 2001). La producción se destina como insumo primario a Electrometalúrgica Andina S.A.I.C. (ciudad de San Juan).

Tipo de yacimiento	Yacimiento	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Nº Muestras
Hidrotermal	La Suerte-La Suerte III	99,762	98,733	99,420	8
	La Suerte I	99,711	98,714	99,341	4
	La Suerte II	99,791	96,918	98,927	11
	La Suerte VIII	99,774	98,679	99,227	2

Tabla 1: Contenidos de SiO₂ del grupo de canteras La Suerte (Bonalumi *et al.*, 2001).

Uso: cuarzo para la obtención de silicio metálico.

Sistema de explotación: la extracción es a cielo abierto y se realiza mediante voladura y luego manualmente se tritura y selecciona (Fig. 6). La mina cuenta con una dotación de 6 obreros, una pala cargadora y un camión. El material explotado se encuentra en la zona cumbral de un pequeño cerro, mientras en la base se ubica la playa de maniobras, el taller y la zona de acopio.

Marco geológico

Varios cuerpos silíceos se encuentran en la sierra de Guasapampa y se alojan en esquistos del Complejo Metamórfico Pichanas (Cámbrico inferior) que aflora en la parte más septentrional de la sierra y en exposiciones pequeñas y esporádicas al oeste de la escarpa principal. La asociación mineral de las metamorfitas (cuarzo+moscovita+biotita±feldespato potásico±cordierita±granate) es característica de esquistos pelíticos de grado medio con un contenido de moscovita cercano al 30%. La esquistosidad, con pliegues intrafoliales comunes, es subhorizontal a moderadamente buzante al este.

Geología del depósito

Morfología: cuerpo silíceo tabular, concordante con la fracturación regional, es decir con su máxima elongación en sentido meridiano. Sus dimensiones aproximadas en superficie son de 100 x 2 metros.

Mineralogía: esencialmente cuarzo con turmalina como mineral accesorio y hematita rellenando fisuras.

Modelo genético

La mina El Tata se desarrolló sobre un cuerpo de cuarzo hidrotermal, el cual se emplazó a lo largo de sistemas de fallas de importancia regional.

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de vetas de cuarzo de asignación genética diversa (14j).

3.1.3. CUARZO Y FELDESPATO (MICA, BERILO)

3.1.3.1. San Benito

Generalidades

Introducción: se localiza en la pedanía Higuera, departamento Cruz del Eje, al noroeste de la provincia de Córdoba. Dista 18 km al SSE de la localidad de Villa de Soto y 3 km al este del paraje Bella Vista, en el sector norte de la sierra Grande de Córdoba.

Las coordenadas geográficas del esquinero sureste de la pertenencia minera son: 30°57'56,2" L.S. y 64°56'14.9" L.O. Para acceder a la mina desde Villa de Soto, se toma hacia el suroeste transitando 5,5 km por la Ruta Provincial N° 15 hasta encontrar el camino de tierra que lleva hacia el sureste a la zona conocida como Represa de Morales; por este camino se recorren 10 km pasando por el paraje Bella Vista hasta llegar a una vivienda en la que se ubican los acopios de cuarzo. Por detrás de esta vivienda comienza el acceso a la mina; éste cuenta con unos 4,5 km de camino en ascenso en mal estado, con pendiente pronunciada y de un único carril.

Sistema de explotación: se trata de una explotación a cielo abierto ubicada a unos 800 m.s.n.m, sobre el faldeo este de una quebrada, en la base de la cual corre un afluente del río de Soto. El frente de explotación está orientado norte-sur y presenta 24 m de ancho y 8 a 10 m de altura con dirección de avance hacia el noroeste (Fig. 7). La escombrera se ubica al sureste de la mina, con avance en esa mis-



Figura 6: Acopio de material seleccionado en la playa de maniobras de la mina El Tata (a) y detalle del material seleccionado (b).



Figura 7: Frente de explotación de la mina San Benito.

ma dirección, con vuelco de estériles hacia la quebrada, presentando una altura que supera los 25 m. El sector cuenta con espacios muy reducidos para maniobras y acopio.

El equipamiento para extracción consiste en una pala cargadora, dos compresores y martillos manipulados por dos empleados. La extracción primaria se realiza mediante voladura y luego manualmente se tritura y selecciona.

Marco geológico

Varios cuerpos pegmatíticos de interés económico se encuentran alojados en el Complejo Metamórfico Pichanas y granitos tipo S asociados del Cámbrico inferior.

Las metamorfitas hospedantes están formadas por paragneises metapelíticos con mármol y anfibolita (ambos escasos) en algunos lugares gradando a migmatitas. Contienen asociaciones de medio a alto grado de cuarzo (25% a 40%), feldespato potásico (25% a 35%), biotita (10% a 30%), plagioclasa (5% a 10%), moscovita (5% a 10%) y menores cantidades de granate, cordierita y sillimanita.

Geología del depósito

El yacimiento constituye una pegmatita simple de tipo zonada, con hematita como mineral accesorio.

Los minerales que se explotan son cuarzo y en menor volumen feldespato. El cuarzo es de regular calidad, manchado con pátinas rojizas, presentándose pocos sectores para extraer mineral de buena calidad. El feldespato es de regular calidad.

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina el yacimiento San Benito corresponde

al modelo de depósito de cuarzo y feldespato tipo Pegmatita simple (3c).

3.1.3.2 Mina La Estrella de Don Basilio

Generalidades

Introducción: La Estrella de Don Basilio está localizada al noreste de la sierra de Totoralejo o Cuni-puto, entre las localidades de Capilla del Monte y San Marcos Sierra. Sus coordenadas geográficas son: 30°50'40.8" L.S. y 64°34'42.1" L.O. Otros depósitos menores semejantes son mina Olga y mina La Inés.

Reservas: las estimaciones de reserva inferida de feldespato potásico son 7500 t y de cuarzo 5000 t (Rubio *et al.*, 2001).

Usos de los minerales: los minerales extraídos se destinaban a la industria de loza y cerámica, fundamentalmente en el rubro sanitarios.

Sistema de explotación: la mina se ha trabajado en dos grandes frentes de extracción: uno superior, de dimensiones 50 m x 15 m x 6 m y uno inferior de 20 m x 10 m x 6m. En el nivel inferior, el material no es de buena calidad, presentándose con abundante intercrecimiento gráfico. El concesionario de esta mina es la empresa Roca Argentina S.A. Actualmente se encuentra abandonada.

Marco geológico

Este sector de las sierras está formado por metamorfitas del Complejo Metamórfico La Falda las cuales se encuentran intruidas por el plutón Capilla del Monte y diques pegmatíticos de varias generaciones. El granito de Capilla del Monte, clasificado como monzogranito moscovítico biotítico, presenta estructura maciza, tamaño de grano grueso y color rosado. Determinaciones K/Ar indican para el plutón edades de cristalización comprendidas entre 345±10 y 380 Ma (Massabie, 1982; Linares y González, 1990).

Geología del depósito

Litología del entorno: la pegmatita, de morfología tabular, intruye discordantemente a paragneises y ortogneises del Complejo Metamórfico La Falda.

Mineralogía: la pegmatita presenta en su asociación mineral cuarzo, feldespato potásico, mica y berilo (Fig. 8) y como minerales accesorios apatita y granate.

Modelo genético

El cuerpo pegmatítico de la mina La Estrella de Don Basilio forma parte de un conjunto de diques



Figura 8: Muestras de feldespato, cuarzo y mica tomadas en la mina La Estrella de Don Basilio.

pegmatíticos de rumbo norte–sur, subverticales y no deformados localizado entre Capilla del Monte y La Falda. Estos diques se caracterizan por su signatura química Clase Elementos Raros-tipo Punilla (Galliski, 1993) y estarían vinculadas con cuerpos intrusivos graníticos del Devonico.

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina, el yacimiento corresponde al modelo de depósito Pegmatitas complejas (3a).

3.1.4. HALITA (SAL)

3.1.4.1. Grupo Las Cañas

Generalidades

Introducción: las pertenencias se localizan en la pedanía Quilino, Departamento Ischilín, en el extremo nororiental de las Salinas Grandes (Salar de San José) que se divide en tres sectores, siendo el sector sur o Las Cañas el que abarca esta Carta. Las localidades próximas a las explotaciones son San José de las Salinas y Lucio V. Mansilla, esta última loca-

lidad es parte de la red ferroviaria de la provincia de Córdoba.

Las coordenadas centrales del grupo minero Las Cañas son: 30°04'34" L.S - 64°44'05" L.O. En la tabla 2 se detalla la localización de las principales pertenencias del mencionado grupo.

Producción y destinos: el sector este y sudeste de las Salinas Grandes es el que concentra la actividad extractiva. Las pertenencias mineras son numerosas, sin embargo los sitios de explotación van variando su localización en función de las condiciones de formación de la costra salina, la cual depende cada año de los factores climáticos imperantes.

La producción de cloruro de sodio o sal común tiene importancia regional. Las principales limitantes en sus volúmenes de producción son la formación de una costra salina delgada (Fig. 9), la gran variabilidad en la localización de los centros de extracción, la estricta dependencia de las condiciones climáticas, una considerable cantidad de impurezas y su ubicación no óptima respecto de las redes de comercialización. Los principales centros proveedo-

Nombre de la explotación	Latitud	Longitud
Sol de Mayo	30°02'13.2"	64°41'22.5"
Córdoba Salinas	30°02'55.5"	64°41'36.9"
Pintoresca	30°04'17.5"	64°42'50.5"
Cordobesa	30°04'17.2"	64°42'20.6"
Vigo	30°04'24.8"	64°44'23.7"
San Antonio 2°	30°04'34.4"	64°44'04.9"
Patria	30°04'36.9"	64°42'42.7"
El Porvenir	30°05'06.2"	64°42'59.2"

Tabla 2: Pertenencias mineras del grupo minero Las Cañas.



Figura 9: El rascado con horquilla rompe la delgada costra salina. Una moneda obra como referencia en la fotografía.

res se encuentran entre las localidades de San José de las Salinas y Lucio V. Mansilla (Córdoba).

La producción mensual estimada de la empresa El Retumbadero S.R.L. para el año 2003 fue de 20.000 m³ o 24.000 t (densidad aparente de la sal 1,2).

El destino de la producción cordobesa es variado siendo una de las principales plazas curtiembres e industrias químicas del Polo Industrial de Río Tercero. La producción se envía íntegramente por transporte automotor.

Usos del mineral: la empresa El Retumbadero S.R.L. produce alrededor de siete variedades comerciales de sal, entre las que pueden mencionarse tres tipos de sal de mesa (fina, entrefina, gruesa), sal para ganado en cubos, sal a granel para curtiembres, sal para industrias químicas, etc.

Sistemas de explotación: los métodos de explotación predominantes son de tipo artesanales, con lo cual los costos de extracción son muy bajos. Cualquier incorporación de tecnología para mejorar la producción se traduce en un directo aumento de costos con la consecuente dificultad para competir en el mercado.

Las empresas más importantes (en la provincia de Córdoba) que en la actualidad comercializan la sal son El Retumbadero S.R.L. y La Industrial Salinera S.A., a las que se agregan al menos cuatro pequeños productores. El sistema de explotación de El Retumbadero S.R.L. es de tipo «cosecha natural». Este método de explotación se desarrolla sobre la costra salina formada durante la etapa de sequía, capa que puede alcanzar unos 5 cm de espesor. Se prepara el acceso a la zona mediante el tendido de vías decouville por las que circula una máquina que tira un tren de volquetes (Fig. 10).



Figura 10: Los trenes de volquetes en desuso en la época de inundación de la salina.

La empresa La Industrial Salinera S.A., que opera desde el año 1987, realiza una explotación semimecanizada, mediante la concentración de sal en piletones.

El método de explotación difiere del anterior. Se trabaja mediante una batería de piletones ubicados en la costa de la salina, hacia los que se bombea salmuera existente en el interior de la depresión. En estos piletones se produce la precipitación de sal por evaporación; este sistema presenta como ventaja una menor dependencia climática.

El 80% de los obreros que extraen sal («salineros») provienen de las localidades de San José de Las Salinas y Lucio V. Mansilla, el resto, de otras ciudades como Deán Funes. Son trabajadores estacionales u «obrerros golondrina».

Dentro de la salina, los obreros cortan paños de sal de parcelas de unos 3 x 5 m; los rascan y recogen en pequeños acopios con horquillas, y luego los cargan en los volquetes. Cada volquete tiene una capacidad de alrededor de 1t de sal, estimándose una producción diaria de 10 a 15 volquetes por persona. La época de cosecha es en la primavera, entre los meses de agosto y diciembre, dependiendo de las condiciones climáticas imperantes. El tren de volquetes retira la sal extraída y la lleva a un gran acopio en la costa de la salina (Fig. 11) desde donde luego es comercializada a granel, en forma directa, o bien trasladada a las plantas de procesamiento.

Marco geológico

La región de las Salinas Grandes forma una extensa depresión intermontana en cuyo interior se sitúa una de las mayores playas de América del Sur, y uno de los sistemas hipersalinos más grandes del mundo, como lo es el conjunto de los salares de Sa-



Figura 11: Acopio de sal en la costa de la salina. El material se compacta en la pila, por lo que se usa una trituradora para su envasado.

linas Grandes, Ambargasta, San Bernardo y La Antigua (Dargám, 1994, 1995; Dargám y Depetris, 1995, 1996). La depresión ha sido originada a partir de la tectónica de bloques Andina. Estas salinas muestran una superficie llana, circunscripta aproximadamente por la cota de 190 metros, sin descarga hídrica en superficie. Su parte más profunda se encuentra en el sector oriental, en las inmediaciones de Lucio V. Mansilla donde alcanza una cota de 165 m (Miró *et al.*, 2005).

Las escasas precipitaciones en el piedemonte (media anual de 500 mm) y en el salar (media anual <300 mm), los vientos secos y fuertes, la gran evapotranspiración (más de 1.000 mm anuales) y las elevadas temperaturas (medias anuales de 18,9 a 20,5° C) condicionan la dinámica geomor-

fológica actual, propia de ambientes semiáridos y áridos.

Geología del depósito

Se trata de cuerpos evaporíticos desarrollados en una extensa depresión intermontana en cuyo interior se sitúan los dos tipos de playas que hay en las Salinas Grandes (Dargám, 1994): una relacionada con el ascenso capilar de la salmuera de la freática y otra producida por el desecamiento de las lagunas (temporarias o intermitentes). Las playas están directamente vinculadas con la dinámica de la freática y los cuerpos de agua que periódicamente se forman en los sectores más deprimidos. En estas playas se produce la mayor precipitación de sales, que en algunos sectores forman costras que no superan el decímetro de espesor y, en consecuencia, no hay ningún tipo de vegetación.

En general los depósitos están formados por sales de cloruros y sulfatos intercaladas con sedimentos limo arenosos en una secuencia de estratificación plana que representa los diferentes estadios de colmatación y sequía de cada depresión (Dargám y Depetris, 1995).

En la zona de Las Cañas, la costra salina alcanza un desarrollo de entre 3 y 5 centímetros.

Tipificación: la tabla 3 indica valores químicos de cristales de sal de la época pre-cosecha.

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento co-

Origen	Residuo a 105 °C en g/l	pH	NaCl en g/l	Ca ⁺⁺ en g/l	Mg ⁺⁺ en g/l	SO ₄ ⁼ en g/l	Humedad (%)	ClNa (%)	SO ₄ ⁼ (%)	Yeso (%)
Laguna San José, zona de Las Cañas	427,0	7,0	304,2	0,62	0,11	18,2	-	-	-	-
Industrial Salinera - Piletón sudeste	420,0	7,1	285,5	0,39	0,15	17,8	-	-	-	-
Industrial Salinera - Piletón sudoeste	440,0	6,9	329,9	0,59	0,09	14,3	-	-	-	-
Industrial Salinera - Laguna madre	410,0	7,0	280,0	0,66	0,14	13,4	-	-	-	-
Las Cañas - Laguna San José	-	-	-	-	-	-	0,30	96,0	0,20	0,64
"Sal solar" - La Industrial Salinera	-	-	-	-	-	-	0,05	92,0	1,25	2,00

Tabla 3: Valores químicos obtenidos sobre cristales de sal de la época pre-cosecha (datos extraídos de informes inéditos de la Dirección de Minería de Córdoba del año 1997).

rrresponde al modelo de depósitos de sal de origen lacustre (9f).

3.1.5. WOLLASTONITA

3.1.5.1 Grupo Quilpo-La Fronda

Generalidades

Introducción: las manifestaciones de wollastonita se localizan en la sierra de Cuniputo, pedanía San Marcos, departamento Cruz del Eje. Se distribuyen en varios bancos discontinuos al sur de la localidad de San Marcos Sierra y en los alrededores de Quilpo y La Fronda. El depósito no ha sido explotado. Las coordenadas geográficas centrales del grupo son: 30° 52' 21.09" L.S – 64° 38' 55,16" L.O.

Leyes y Reservas: Cabanillas y Jerez (1998; 1999) estimaron, para el grupo Quilpo-La Fronda, recursos posibles de alrededor de 1.000.000 t con 35 % de wollastonita.

Usos del mineral: la wollastonita tiene en la industria usos muy variados aplicándose en la fabricación de aceros y siderurgia, carga para materiales plásticos, enlozados y esmaltes, pinturas, productos vítreos, baldosas o pisos cerámicos, fundente para soldadura y productos resistentes al fuego.

Geología regional

El Skarn wollastonítico Quilpo-La Fronda (Cabanillas y Jeréz, 1998), también conocido como San Marcos (Franchini *et al.*, 1999), se formó en un bloque metamórfico constituido por gneises, migmatitas cordieríticas, mármoles, anfíbolitas, esquistos cuarzo micáceos y metacuarcitas en facies de alto grado metamórfico, con rangos térmicos de 650° C y 730° C y presiones del orden de los 4 a 4,9 kb (Cabanillas y Jeréz, 1998), que constituyen la Formación Quilpo. Estas rocas metamórficas han sido intruidas por plutones trondhjemiticos-granodioríticos (Tonalita La Fronda y granodiorita Puesto Cortés).

La edad U/Pb de la Formación Quilpo, determinada para el pico metamórfico, es de 529±8 Ma (Camacho e Ireland, 1997). La tonalita La Fronda tiene una edad K/Ar de 455± 15 Ma (Massabié, 1982).

Geología del depósito

Morfología: el cuerpo N° 1, ubicado al norte de la trondjhemita La Fronda, entre una anfíbolita y un banco de mármol plegado de rumbo aproximado E-O y luego N-S, posee 5 m de potencia, 100 m de longitud y 40 m de altura.

El cuerpo N° 2, ubicado en el contacto entre la trondjhemita y un mármol esquistoso de rumbo general E-O, tiene una potencia de entre 4 y 8 m y una longitud de entre 80 y 100 m.

El cuerpo N° 3 se ubica sobre el costado oeste del camino que conduce desde San Marcos Sierra a La Fronda. Aflora como un crestón de rumbo E-O, de 3 a 5 m de altura, con una potencia de 6 a 8 m y una longitud de más de 100 m.

El cuerpo N° 4 ubicado a orillas del río Pintos. Presenta el mayor desarrollo de granates, epidoto, wollastonita y diópsido. Tiene una longitud de aproximadamente 400 m y un ancho de 100 m, con potencias entre 2 y 3 m.

Mineralogía: el skarn wollastonítico es de tipo masivo, con textura bandeada y moteada y está constituido por una base fibrosa de wollastonita y diópsido verde pálido que contiene grandes cristales de granate grosularia. La asociación mineral es wollastonita, grosularia, diópsido, calcita, cuarzo, vesubiana, apatita y plagioclasa como accesorios, la cual indica skarns de alta temperatura.

La composición del protolito se refiere a calizas con impurezas silicáticas.

Modelo genético

Las manifestaciones de wollastonita responden a una génesis de metasomatismo de contacto entre intrusivos y mármoles (skarn veins) (Cabanillas y Jerez, 1999).

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el depósito corresponde al modelo Skarn Wollastonítico (5k)

3.2 ROCAS

3.2.1. ÁRIDOS NATURALES

3.2.1.1. Ríos Soto, Cruz del Eje y Pichanas

Generalidades

Introducción: la extracción de áridos está limitada a los ríos de Soto, Cruz del Eje y Pichanas y se efectúa dentro del lecho y zonas de terrazas (carteras secas) de los mismos.

En la tabla 4 se presentan algunas de las cante- ras desarrolladas en los ríos Soto y Cruz del Eje.

Producción: son explotaciones de poca importancia volumétrica de las cuales se desconocen los volúmenes extraídos. El ritmo de trabajo es disconti-

Establecimiento	Departamento	Pedanía	Latitud	Longitud
El Soteño	Ischilín	Quilino	30° 21'24.1"	64° 57'13.7"
Saint Girons	Ischilín	Copacabana	30° 28'32.7"	64° 54'06.0"
Saint Girons	Cruz del Eje	Cruz del Eje	30° 38'23.0"	64° 54'04.0"
El Negro Barrera	Cruz del Eje	Cruz del Eje	30° 39'24.0"	64° 53'21.5"
Matiw	Cruz del Eje	Cruz del Eje	30° 39'47.7"	64° 53'23.8"
Cantera Municipal	Cruz del Eje	Cruz del Eje	30° 43'36.2"	64° 47'24.9"
Nely	Cruz del eje	Cruz del Eje	30° 44'05.9"	64° 46'09.1"
NN	Cruz del Eje	Pichanas	30° 45'32.3"	65° 14'20.2"
Palau	Cruz del Eje	Higueras	30° 50'52.8"	64° 59'22.2"
San José	Cruz del Eje	Higueras	30° 50'52.2"	64° 59'04.6"
Río Soto	Cruz del Eje	Higueras	30° 51'24.7"	64° 57'16.4"

Tabla 4: Canteras secas ubicadas en los cauces de los ríos Soto y Cruz del Eje (información suministrada por la Secretaría de Minería de la provincia de Córdoba).

nuo y actualmente muchos centros de extracción se encuentran inactivos.

Usos de la roca: los áridos de la zona se utilizan en la industria de la construcción local y regional.

Sistema de explotación: las explotaciones principales se realizan en forma mecanizada, en tanto que la extracción por medios manuales es usada por los pequeños productores (Fig. 12).

Marco geológico

Los sedimentos corresponden a depósitos de pie de monte y conos de deyección, constituidos por conglomerados, gravas y arenas (Formación Río Cruz del Eje) y depósitos fluviales-aluviales-eólicos compuestos por arenas finas, limosas y loess (Formaciones Chuña y Guanaco Muerto); las unidades mencionadas son asignadas al Pleistoceno inferior y superior respectivamente (Carignano, 1997).



Figura 12: Extracción artesanal de áridos en el cauce del río Cruz del Eje, próximo a El Brete.

Los depósitos gruesos poseen espesores de 5 a 30 m y cubren los valles de los ríos mayores o las lomas de cumbres achatadas. Los depósitos finos tienen espesores entre 2 y 6 m y cubren las partes medias y bajas del relieve.

Geología de los depósitos

La granulometría de los sedimentos está constituida por bloques, gravas, gravillas, arenas gruesas, medias y finas a limos gruesos.

La mineralogía de las arenas está dominada por cuarzo, feldespatos, granate y micas (tablas 5 y 6), siendo la plagioclasa menos abundante que el feldespato potásico (López y Gaido, 2008).

Modelo genético

Son depósitos fluviales y aluviales constituidos por bloques, gravas y arenas de diferente granulometría. De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósito de áridos sedimentarios (12g).

3.2.2. CORDIERITITA

3.2.2.1 Grupo Cerro Negro

Generalidades

Introducción: los afloramientos de roca cordierítica se encuentran en la pedanía Higueras, departamento Cruz del Eje, 13 km al sur de la localidad de Villa de Soto.

Las principales pertenencias son Tamain (30°58'12" L.S – 64°59'11" L.O.) y Cerro Negro (30°58'13" L.S. – 64°59'35,5" L.O.).

FONDO	MALLA 100	MALLA 50	MALLA 30
Cuarzo: 22%	Cuarzo: 26%	Granate 6%	Granate: 2%
Biotita: 21%	Granate: 16%	Topacio?, monacita?	Corindón?, magnetita?
Granate: 13%	Feldespatos potásico: 14%		
Feldespatos potásico: 9%	Biotita: 10%		
Muscovita: 7%	Muscovita: 8%		
Hornblenda: 7%	Opacos: 7%		
Epidoto: 6%	Plagioclasa: 4%		
Opacos: 5%	Hornblenda: 4%		
Corindón?: 3%	Corindón: 3%		
Circón: 2%	Sillimanita: 3%		
Monacita: 2%	Epidoto: 3%		
Sillimanita: 1%	Apatita: 1%		
Rutilo: 1%	Monacita: 1%		
Apatita: 1%			

Tabla 5: Recuento porcentual de la mineralogía de las arenas del río Cruz del Eje, próximo a El Brete (S30°40'01.8" O64°52'12.0").

FONDO	MALLA 100	MALLA 50	MALLA 30
Cuarzo: 28%	Cuarzo: 28%	Granate: 1%	Corindón?, monacita?
Biotita: 17%	Feldespatos potásico: 22%	Magnetita, monacita, hornblenda	Granate 0,5%
Feldespatos potásico: 14%	Biotita: 13%	Corindón (aguamarina), sillimanita	
Granate: 12%	Granate: 10%		
Opacos: 10%	Muscovita: 9%		
Muscovita: 7%	Hornblenda: 5%		
Hornblenda: 5%	Opacos: 5%		
Apatita: 3%	Apatita: 3%		
Epidoto: 2%	Epidoto: 3%		
Plagioclasa: 1%	Plagioclasa: 1%		
Monacita: 1%	Corindón: 1%		

Tabla 6: Recuento porcentual de la mineralogía de las arenas del río Pichanas (S30°49'58.7" O65°10'20.9").

Usos: la cordierita es conocida comercialmente con denominaciones diferentes, en función de sus variedades. La variedad «Amatista» (extraída en Cantera Tamaín) es violácea y muestra profundidad en las placas pulidas; la variedad «Noche Buena» (cantera Cerro Negro) es más oscura, frecuentemente con presencia de orbículas (también se la reconoce como «granito orbicular»). Por su belleza y singularidad ha sido utilizada en placas pulidas para revestimientos y mesadas (Fig. 13).

Esta roca presenta, por su rareza natural, interés coleccionístico localizándose una ocurrencia semejante sólo en Sudáfrica (Saadi, 2006).

Para el interés gemológico los núcleos o porfiroblastos redondeados de cordieritas alcanzan tamaños de entre 2 y 4 cm de color azul violáceo a grisáceo de media intensidad que por su fuerte pleocroismo, estando pulida, emite reflejos violáceos. Tiene buena transparencia, que suele estar interrumpida por inclusiones de sillimanita, cuarzo y biotita, y

es muy tenaz lo que dificulta su tallado. Se realizó un ensayo gemológico sobre un bloque de 3 kg del cual se obtuvieron, por aserrado con disco diamantado y posterior tallado a facetas, 7 piedras entre 1 y 3,7 quilates.

Sistema de explotación: en canteras a cielo abierto. La planificación de la explotación de la cordierita se torna compleja al yacer en bochones aislados. Tiene como gran limitante el hecho de que sus reservas son reducidas y su recuperación muy baja (12 – 15 %), generando gran cantidad de estériles. La roca es muy dura y frágil, por lo que resulta difícil obtener bloques de dimensiones aptas para el aserrado. Actualmente las tareas extractivas se encuentran paralizadas y se desconocen cálculos de reservas.

Marco geológico

El basamento de la región lo componen paragneises y migmatitas del Complejo Metamórfico Pi-



Figura 13: Granito Noche Buena en placa pulida a la izquierda y en exposición natural a la derecha.

chanas y los Granitos tipo-S asociados. Como producto del metamorfismo de alta temperatura y baja presión ocurrido a los 520 Ma, afloran rocas cordieríticas asociadas a cuerpos de granito tipo-S, formados durante el emplazamiento de magmas altamente peraluminosos. Desde el punto de vista litostratigráfico las cordierititas del cerro Negro forman parte del Complejo Granítico El Pílon (Rapela *et al.*, 1996; 1999; 2002).

Geología del depósito

Litología del entorno: la roca cordierítica (Gordillo 1979; Schreyer *et al.*, 1979) o Cordieritita Cerro Negro (Candiani *et al.*, 2001) está confinada por el leucomonzogranito Casas Blancas o Santa Clara (Sesana, 1978; Rapela *et al.*, 1995), siendo sus contactos netos o fallados con ocasionales tabiques de paragneis biotítico. Los contactos fallados son cataclásticos y tienen material derivado de la roca cordierítica biotítica y el leucogranito, albergando escasa mineralización de cobre.

La cordieritita es de naturaleza peraluminosa, homogénea, posee una dureza mayor que el cuarzo y ofrece buenas características para el pulido. Texturalmente se reconocen la variedad masiva y la variedad orbicular, ambas contienen pequeños enclaves provenientes del paragneis regional.

Morfología: la cordieritita aflora en cuerpos individuales de geometría ovoidal cuyas potencias en las canteras Tamaín I, II, III, IV y Cerro Negro están comprendidas entre 5 y 10 metros. En el sector Tamaín hay 4 cuerpos de 70 a 80 m de longitud por 20 a 40 m de ancho y en el sector de Cerro Negro hay un cuerpo de 60 x 80 metros.

Mineralogía: la variedad orbicular contiene orbículas ovoides de hasta 25 cm de largo (Fig. 14)

con bordes ricos en cordierita y núcleos ricos en biotita y sillimanita. En general, la cordierita constituye cerca del 70% a 80% de la roca. También posee biotita (5%-35%), cuarzo (5%-10%), sillimanita (3%-10%) y plagioclasa (1%-5%), y cantidades menores de moscovita, feldespato potásico y apatita. La biotita está parcialmente alterada a clorita.

Tipificación: análisis geoquímicos realizados sobre cuatro muestras (Gordillo, 1974) dieron un contenido medio de 49% SiO₂, 30% Al₂O₃, 7% FeO y 8% MgO, reflejando un derivado de naturaleza pelítica.

Modelo genético

Se ha interpretado a las cordierititas del sur de Villa de Soto como de origen anatético siendo el producto sólido de la fusión parcial a baja presión



Figura 14: Muestra de orbícula aislada de la masa rocosa por su resistencia a la meteorización. La moneda sirve como referencia de tamaño.

de pelitas según la reacción (Rapela *et al.*, 1995; 2002):



Las orbículas, desde el punto de vista mineralógico, se consideran como un residuo rico en cordierita e illmenita, crecidas sobre un núcleo de sillimanita y biotita.

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósitos de rocas asociados a granitoides (6f).

3.2.3. GRANITOS

3.2.3.1 Grupo Orcoyana o El Pilón

Generalidades

Introducción: las explotaciones del macizo granítico se localizan en la pedanía Higueras, departamento Cruz del Eje, 13 Km al sur de la localidad de Villa de Soto. El camino de acceso a las canteras nace de la RP N° 15 a la altura del paraje Tres Árboles y presenta buen estado de conservación.

Los principales yacimientos son Orcoyana I (30°58'59.8" L.S – 64°59'29,7" L.O.) y Rojo Marrón Orcoyana (30°77'54,7" L.S – 64°58'50,5" L.O.). En la tabla 7 se indican el nombre y ubicación geográfica de canteras en explotación del Grupo Orcoyana (El Pilón).

Usos de la roca: los cortes de granito se utilizan como roca ornamental.

Sistema de explotación: en el Granito El Pilón la extracción se realiza en diferentes labores a cielo abierto (Fig. 15) mediante la utilización de martillo neumático para precorte y voladura. Algunas de las labores se encuentran momentáneamente paralizadas. En lo que respecta al Granito Casas Blancas la

extracción se realiza a cielo abierto mediante el precorte de bloques con barrenos y separación con voladura. Los frentes con escalonamiento tienen entre 2 y 4 m de altura (Fig. 16). Aquí también existen varias labores con diferentes frentes de explotación algunos de los cuales están paralizados y otros activos. La propiedad pertenece a la empresa Onemar S.A.

Marco geológico

La geología de la región está compuesta por abundantes migmatitas cordieríticas sillimaníticas, esquistos cordieríticos y rocas de alto grado metamórfico con falta de granate y escasas unidades de mármol y anfibolitas que integran el Complejo Metamórfico Pichanas de edad cámbrica inferior.

El Complejo Granítico El Pilón se emplaza en la parte central de este bloque de basamento de media a baja presión y alta temperatura y está compuesto por cuerpos de granito tipo-S generados durante el ascenso de magmas altamente peraluminosos. La edad de emplazamiento de la facies granodiorítica porfírica del complejo, determinada por el método U-Pb, es de 523±2 Ma (Rapela *et al.* 1996; 1999; 2002). El Complejo Granítico El Pilón, de aproximadamente 70 km²



Figura 15: Labor actual en granito anatóctico El Pilón (Cantera Gervasoni).

Establecimiento	Departamento	Pedanías	Latitud	Longitud
Tononón	Cruz del Eje	Higueras	30° 56'00.9"	64° 59'12.5"
San Exedito	Cruz del Eje	Higueras	30° 56'26.8"	64° 59'34.9"
Gervasoni	Cruz del Eje	Higueras	30° 57'34.4"	64°59'38.1"
Santa Clara	Cruz del eje	Higueras	30° 57'35.3"	64° 59'21.3"
Aguirre	Cruz del Eje	Higueras	30° 58'54.8"	64° 59'09.6"
Aguirre	Cruz del Eje	Higueras	30° 58'50.3"	64° 59'01.3"
Casa del Tigre	Minas	Ciénaga del Coro	30° 58'54.7"	65° 07'50.9"

Tabla 7: Nombres y coordenadas geográficas de canteras en explotación del Grupo Orcoyana (información suministrada por la Secretaría de Minería de la provincia de Córdoba).



Figura 16: Frente de explotación en una cantera paralizada del Granito Casas Blancas (30°58'05.3" L.S. - 64°58'29.7" L.O.).

y 10 km de diámetro, tiene forma subcircular y contiene dos cuerpos graníticos principales: el mayor (63 km²) es un plutón granodiorítico sillimanítico-cordierítico porfirico (El Pilón), y el menor es un pequeño cuerpo monzogranítico cordierítico, conocido también como Granito Casas Blancas (Sesana, 1978).

Geología del depósito

El plutón El Pilón está emplazado en migmatitas estromatíticas y diatexitas cordieríticas. Su roca es de color gris oscuro y posee fenocristales de feldespato potásico de entre 3 y 6 cm y biotita porfiroide a megaporfiroide con menores cantidades de muscovita, sillimanita, clorita (a partir de biotita), cordierita y cantidades traza de plagioclasa y circón (Fig. 17). Las tablas de feldespato potásico muestran a menudo un alineamiento de flujo local y constituyen cerca del 40% a 45% del granito. El contenido de biotita es de 15 % a 20 %.

El Granito Casas Blancas es un cuerpo menor que aflora en un área de entre 3 y 4 km² y posee forma subcircular en planta. Es un leucomonzogranito que posee abundantes enclaves esquistosos y está emplazado en migmatitas y esquistos de medio a alto grado metamórfico. El leucomonzogranito tiene una textura equigranular de grano fino a medio, color rosa pálido a rosa castaño, compuesto principalmente de feldespato potásico, cuarzo, biotita (5%), moscovita (1 %), clorita parcialmente alterada y plagioclasa (5%). La sillimanita alcanza un 2% y a menudo se presenta como rebordes alrededor de los granos de feldespato potásico. Los granos de feldespato potásico suelen tener texturas mirmequíticas y algunas veces forman fenocristales de hasta 2 cm de largo. El granate es escaso. Se ha detectado la presencia de cordierita en concentraciones mayores, en lugares cercanos a las rocas cordieríticas de Orcoyana y de

cerro Negro (Rapela *et al.*, 1995). Hay cantidades traza de magnetita (o ilmenita), circón y también monacita.

Tipificación: desde el punto de vista geoquímico el Leucomonzogranito Casas Blancas se ubica en el campo de los granitos peraluminosos félsicos y es el más evolucionado de la serie (Rapela *et al.*, 2002). Tiene contenidos levemente mayores de SiO₂ y K₂O y significativamente menores de FeO total, MgO, CaO, Ba, Sr, Th, Zr, Cr y Ni (Lyons *et al.*, 1997), con respecto a la facies porfirica (Plutón El Pilón). Comercialmente se lo denomina Granito Rosa Mar (Fig. 18) y su caracterización físico-mecánica (según datos de folletería de la empresa Onemar S.A., 1988) es la siguiente:

- Rotura por compresión: 2.002 kg/cm²
- Rotura por compresión y congelamiento: 1.900 kg/cm²
- Rotura por flexión: 146 kg/cm²
- Coeficiente de imbibición: 0.13 %
- Desgaste: homogéneo.

Modelo genético

El Complejo granítico El Pilón es el resultado de un proceso de fusión parcial de la corteza, a baja presión, según la reacción biotita + sillimanita + plagioclasa + cuarzo = cordierita + feldespato potásico + fundido (Rapela *et al.*, 1995; 2002).

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo: Rocas Asociadas a Granitoides (6f).

3.2.3.2 Grupo Rumi Huasi

Generalidades

Introducción: las explotaciones se localizan en la pedanía Higueras, departamento Cruz del Eje, en



Figura 17: Variedad de granito anatóctico El Pilón.

Cantera	Latitud	Longitud
Santa Rita	30° 56'05.6"	65° 07'34.9"
Bella Vista	30° 56' 23.4''	65° 07' 35.8''
Aguada del Pílon	30° 57' 20''	64° 58' 00''
Rojo Príncipe	30° 55' 28.8''	65° 07' 54.9''
Malambo	30° 53' 44,5''	65° 07' 43,3''

Tabla 8: Nombres y coordenadas geográficas de canteras del Grupo Rumi Huasi (información suministrada por la Secretaría de Minería de la provincia de Córdoba).

los alrededores del paraje conocido como Bella Vista (zona Represa de Morales), aproximadamente 12 km al OSO de la localidad de Villa de Soto. Los caminos de acceso a las canteras se encuentran en regular estado.

Se trata de varias canteras con explotaciones intermitentes de las cuales muchas de ellas hoy se encuentran paralizadas. En la tabla 8 se indican los nombres y coordenadas geográficas de las principales canteras del Grupo Rumi Huasi.

Producción: en las canteras Rojo Príncipe y Malambo la producción es de 20 y 30 m³/mes, respectivamente. La firma Agramar S.A está explotando en la cantera Bella Vista la variedad denominada comercialmente Gray Pradera de la cual no se tienen datos de producción. Momentáneamente los trabajos de explotación están paralizados en la cantera Granitos Rojo Bella Vista. De las diversas canteras del Grupo Rumi Huasi se obtienen las variedades denominadas comercialmente como Granito Rojo Bella Vista, Rojo Príncipe (Fig. 19), Malambo, Rosa Mar y Gray Pradera (Fig. 20).

Sistema de explotación: a cielo abierto mediante el precorte de bloques con barrenos y separación con voladura (Fig. 21). Las labores se van abriendo en función de la presencia de bochones de granito de gran tamaño, por lo que en general la planificación de la explotación resulta compleja.



Figura 18: Variedad de granito anatóctico Rosa Mar.

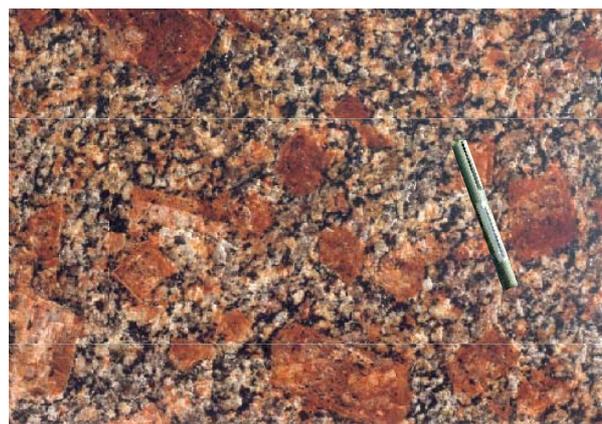


Figura 19: Variedad de granito anatóctico Rojo Príncipe obtenida de explotación actual.



Figura 20: Variedad de granito anatóctico Gray Pradera obtenida de explotación actual (Cantera Bella Vista).

Marco geológico

El basamento de la región está compuesto fundamentalmente por paragneises y migmatitas granatíferas cordieríticas, también afloran escasos cuerpos de mármol y anfibolitas (Complejo Metamórfico Pichanas). Completan el basamento cuerpos graníticos tipo-S, formados durante el emplazamiento de magmas altamente peraluminosos, producto de anatexis por metamorfismo de alta temperatura y baja presión ocurrido a los 520 Ma.

Geología del depósito

Los granitos anatócticos como el de Rumi Huasi ocupan una amplia faja de rumbo NO, desde Tosno hasta La Higuera, y se disponen en afloramientos

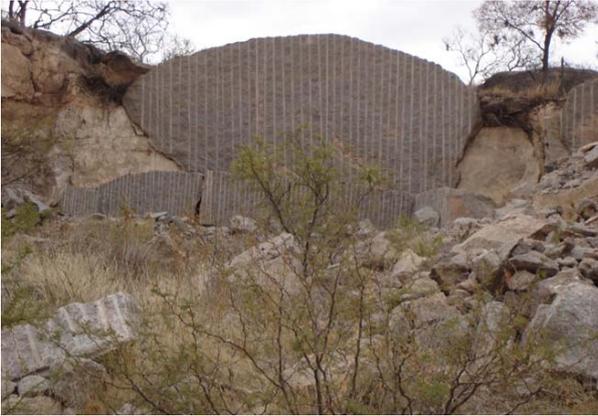


Figura 21: Explotación actual de la variedad de granito anatóctico Gray Pradera (Agramar S.A).

aislados en los alrededores del cuerpo granítico principal (Complejo granítico El Pilón). La evidencia de campo sugiere que ellos son porfíricos a equigranulares, variando en composición desde granito a granodiorita (Candiani *et al.*, 2001).

Mineralogía: la asociación mineral de la roca está conformada por cuarzo, biotita, feldespato potásico, moscovita, granate, sillimanita, cordierita, apatita y circón. Como productos de alteración se observan caolinita y clorita.

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósito de rocas asociadas a granitoides (6f).

3.2.3.3 Grupo La Playa

Generalidades

Introducción: el plutón granítico La Playa agrupa unas 35 canteras en actividad de las cuales 23 están dentro de los límites de la presente Carta y confor-

Cantera	Titular	Coordenadas geográficas
Don Alberto II	Alberto Bravo	S 30° 59' 28.7" - O 65° 24' 15.4"
Don Alberto III		S 30° 59' 40.48" - O 65° 24' 24.876"
Don Alberto IV		S 30° 59' 47.22" - O 65° 24' 26.24"
Alberberá		S/D
Mogote Puntiajudo	Gustavo Luna	S 31° 0' 1.965" - O 65° 24' 23.31"
El Judal		S 30° 59' 30.7" - O 65° 24' 22.46"
El Simbolito	Lucas Díaz	S 30° 58' 58.58" - O 65° 23' 39.40"
Campo de las Piedras		S 30° 59' 26.7" - O 65° 24' 19.18" -
La Pampita		S 30° 59' 11.29" - O 65° 22' 21.57"
Chocaguaza	Hugo Rodríguez	Sector 1: S 30° 59' 26.2" - O 65° 22' 28.5"
		Sector 2: S 30° 59' 34.9" - O 65° 22' 24.9"
El Boleadero	Gladis Valenzuela	Sector 1: S -30° 58' 54.7" - O 65° 24' 30.9"
		Sector 2: S 30° 58' 51.7" - O 65° 24' 39.16"
Los Simbolitos		S 30° 59' 18.02" - O 65° 23' 45.27"
Las Pampitas	Nemecio Valenzuela	S 30° 59' 7.40" - O 65° 22' 17.58"
Las Higuieritas		S 30° 59' 25.40 - O 65° 23' 43.83
Yaco Pampa	Irma del Valle Campos	Sector 1: S 31° 0' 14.41" - O 65° 23' 53.63"
		Sector 2: S 31° 0' 15.26" - O 65° 23' 53.19"
		Sector 3: S 31° 0' 15.87" - O 65° 23' 50.60"
Rosca Yaco	Hugo Díaz	S 30° 59' 2.65" - O 65° 24' 33.58"
El Puesto		S 30° 58' 44.65" - O 65° 23' 16.11"
El Bebé	Damián Luna	S 30° 58' 51.96" - O 65° 22' 47.06"

Tabla 9: Principales canteras del Grupo La Playa.

man el denominado «yacimiento de granito Gris Mara» (Tabla 9). Está ubicado en inmediaciones de la localidad de La Playa, pedanía Guasapampa, departamento Minas, al noroeste de la provincia de Córdoba.

El acceso más directo desde la ciudad de Córdoba es por la autopista Justiniano Allende Posse hasta la localidad de Villa Carlos Paz, donde se toma la ruta nacional N° 38 hasta Villa de Soto, se continúa por la Ruta Provincial N° 15 hasta La Higuera, de allí se toma al oeste hasta la localidad de Ciénaga del Coro y desviando al Norte hasta llegar a La Playa, recorriendo aproximadamente 40 km desde la localidad de La Higuera.

Otras vías de acceso son por Ruta Nacional N° 38 desde Tuclame y por la ruta Provincial N° 15 desde Piedras Anchas o San Carlos Minas.

El total de recorrido desde la ciudad de Córdoba hasta La Playa es de aproximadamente 240 km.

La Playa concentra las explotaciones mineras de la región desde hace más de 50 años.

En la década de los ochenta, se llevaron a cabo interesantes y fuertes políticas de promoción del mercado del granito en la zona.

La localidad de Villa de Soto, distante 65 km, por su accesibilidad y proximidad a los yacimientos de granito en explotación, se convirtió en un importante centro de industrialización de rocas de ornamentación (aserrado, pulido, lustrado y terminado) con la instalación de dos importantes plantas con moderna tecnología.

Producción y destino: en los últimos 15 años la producción ha fluctuado entre los 5.000 a 10.000 m³ anuales. En el área que se incluye dentro de la Carta, existen aproximadamente 23 canteras en explotación y una en proyecto de cierre (Fig. 22). El mercado de este granito es muy estable en Argentina al tratarse de una roca constante en cuanto a características de color, diseño y granulometría. Si bien el consumo en general es interno se han exportado a países limítrofes productos terminados a medida (cut to size), semiterminados y planchas (tableros o slabs). Las exportaciones se han incrementado a partir del 2002.

Usos de la roca: en mesadas de cocina y revestimientos internos, externos, pisos y pavimentos (Fig. 23). Normalmente se comercializa pulido (lustrado) y también flameado. Actualmente los descartes que produce la actividad no se están utilizando.

Sistema de explotación: en canteras a cielo abierto mediante el método de precorte de bloques con barrenos y separación con voladura utilizando cor-

dón detonante o pólvora negra, volteo del bloque y recuadrado secundario (Fig. 24). El resultado es la obtención de bloques en cantera que tienen medidas según exigencias para su comercialización, en el orden de 1,50 m de alto por 1,60 m de ancho por 3 m de largo. Una vez recuadrados los bloques se los traslada hacia la playa de acopio para ser cargados y llevados a destino.

Marco geológico

El basamento metamórfico que conforma el entorno del plutón La Playa-Charquina se compone de rocas paragnéisicas, gnéisicas y migmatíticas con cordierita y granate, que forman parte del Complejo Metamórfico Pichanas y Granitos tipo-S asociados.

El plutón presenta contacto neto y se encuentra estructuralmente limitado por dos fallas inversas de importancia regional; no se observan xenolitos.

Sobre la edad del plutón hay datos diversos ya que una datación sobre biotita de la facies granodiorítica, método K/Ar, dio 365 ±3 Ma (Gómez y Lira, 1998) mientras que dataciones U/Pb SHRIMP sobre circón de la granodiorita dieron 478±8 Ma, (Rapela *et al.*, 1999; Pankhurst *et al.*, 2000).

Geología del depósito

El plutón de La Playa-Charquina es un cuerpo de aproximadamente 30 km², de forma ovoidal con su eje mayor de aproximadamente 8 km y de orientación norte-sur.

El contacto con las metamorfitas encajonantes es neto y se encuentra estructuralmente limitado por dos fallas inversas de carácter regional; no se observan xenolitos.

Las principales unidades litológicas que lo componen son: granodiorita biotítica muscovítica, monzogranito moscovítico biotítico y aplopegmatitas, de carácter calcoalcalinas peraluminosas. Los contactos entre las diferentes facies graníticas son netos, excepto al este del cuerpo donde se observa una interdigitación entre la granodiorita y el monzogranito (Gómez y Lira, 1998).

Mineralogía: la composición mineralógica de la facies granodioríticas es: cuarzo (35%), plagioclasa-An 17 (36%), microclino (12 %), biotita (8 %), moscovita (4 %), además de apatita, epidoto y circón como accesorios y clorita, epidoto, moscovita y titanita como minerales de alteración.

Tipificación: la roca que se explota como material ornamental bajo el nombre de «Granito Gris Mara» es una granodiorita biotítica muscovítica. Presenta color gris a gris claro, grano medio a fino (1 a

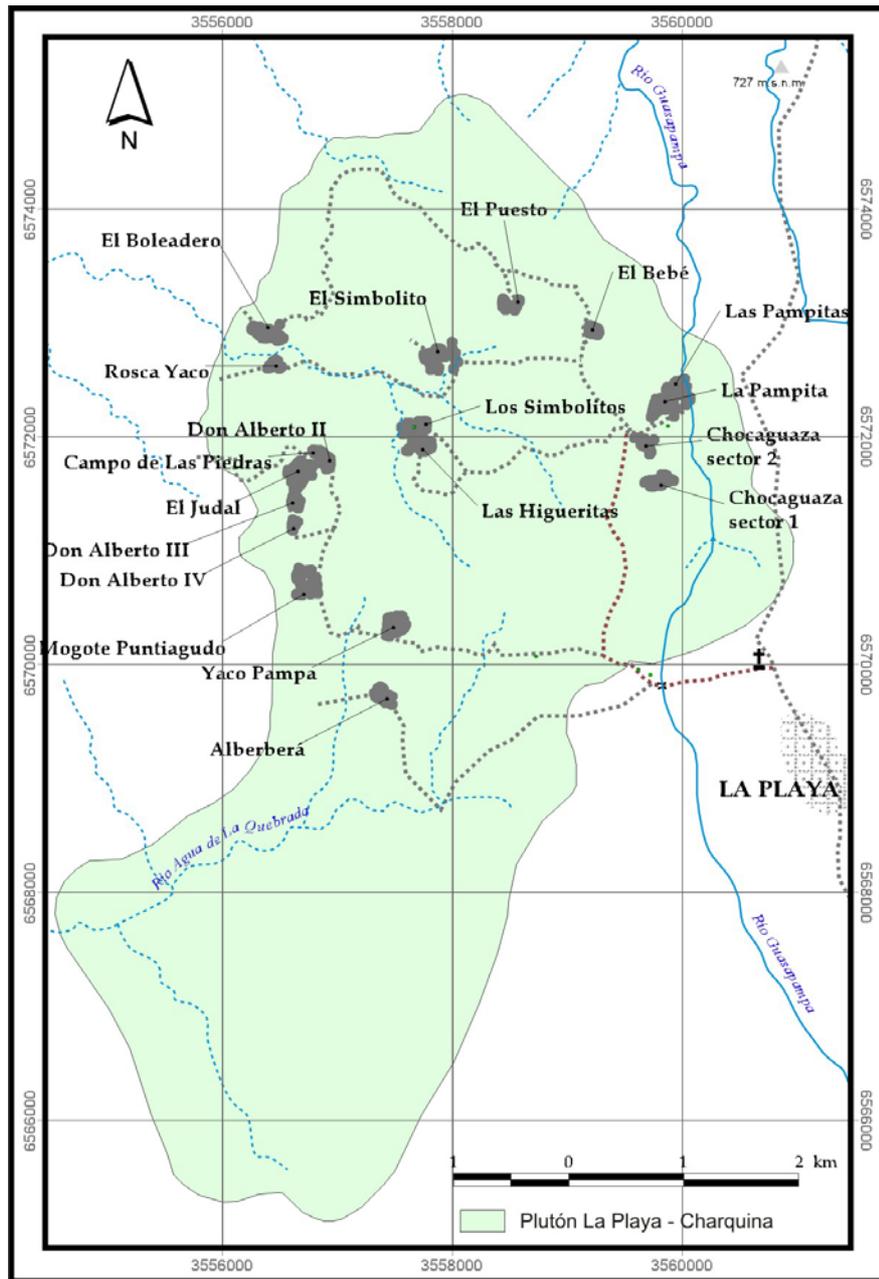


Figura 22: Mapa de ubicación de las canteras del Grupo La Playa.



Figura 23: Adoquines de granito Gris Mara.



Figura 24: Frente de explotación realizado mediante precorte con barrenos y separación con voladura en cantera del Grupo La Playa.

2 mm) y desde el punto de vista mineralógico y textural es uniforme (Fig. 25). Su condición de compacta y poco fracturada permite obtener bloques labrados de buenas dimensiones.

La presencia poco frecuente de algunos cumulos de biotita, de formas regulares como irregulares, genera dibujos en la roca que suelen ser castigados por los compradores que buscan fundamentalmente la homogeneidad característica del nombre comercial. También suele aparecer piritita diseminada que constituye un defecto ornamental al oxidarse. Esto es poco frecuente y los sectores que presentan este mineral en general son abandonados.

Estructuralmente el plutón presenta juegos de diaclasas oblicuos a la vertical y que son producto del diastrófismo, por lo que es esperable que continúen en profundidad. Esta particularidad eleva los costos de acceso, apertura y destape por unidad producida. La cantidad de estériles es muy elevada y la recuperación baja.

La caracterización físico-mecánica de este material, según la Empresa Grancor S.A., es la siguiente:

Peso específico:	2,87 gr/cm ³
Compresión simple:	1591 kg/cm ²
Congelamiento:	1470 kg/cm ²
Imbibición:	0,127 %
Alterabilidad:	1,59 %

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósitos de rocas asociadas a granitoides (6f).



Figura 25: Variedad del granito Gris Mara explotado en La Playa.

3.2.3.4 Grupo La Fronda

Generalidades

Introducción: las explotaciones se localizan en la pedanía San Marcos, departamento Cruz del Eje, en el borde occidental de la sierra de Totoralejo o Cuniputo. La principales canteras son Campo La Playa (30°52'50,8" L.S – 64°38'47,7" L.O.) y Las Flores (30°54'19,8" L.S – 64°39'29,8" L.O.).

Usos: los cortes se utilizan como roca ornamental.

Sistema de explotación: canteras a cielo abierto mediante el método de precorte con barrenos, separación con voladura, volteo del bloque y recuadrado secundario.

Marco geológico

El basamento metamórfico, constituido por gneises, esquistos y anfibolitas de los complejos metamórficos Cruz del Eje y La Falda y por mármoles y skarns de granate y wollastonita de la Formación Quilpo (Cámbrico), es intruído por el plutón trondhjémítico-tonalítico La Fronda. Las dataciones realizadas en el intrusivo dieron edades de 455±15 Ma (K/Ar) y 474±6 Ma (Rb-Sr) (Massabie, 1982; Rapela *et al.*, 1998). La relación de contacto con la roca de caja es parcialmente interdigitada, pero en el norte y sur del plutón es claramente discordante (Caffe y Baldo, 1994; Lyons *et al.*, 1997).

El magmatismo tonalítico trondhjémítico granodiorítico del Ordovícico de Córdoba se caracteriza por ser rico en Na₂O (5,8 - 3,2%), CaO (3,4 - 2,6%) y Sr (800 - 400 ppm), muy deprimido en K₂O (0,65 - 2,02%), FeOt (0,70 - 1,20%), Cs (0,2 - 2,3 ppm), Y (1 - 23 ppm) y U (0,2 - 1,5 ppm). Esta signatura geoquímica sugiere, al menos para algunas de las unidades trondhjémíticas, una fuente magmática profunda y probablemente de vinculación con el manto astenosférico (Bonalumi y Baldo, 2002).

Geología del depósito

La roca que se explota es una tonalita conocida como La Fronda que forma un cuerpo elíptico en planta de 6 km de longitud por 4 km de ancho y que se va estrechando hacia el norte. Los afloramientos se localizan al sur de las canteras Quilpo y al oeste del río Pintos.

La roca ha sido clasificada como leucotonalita con facies graníticas y granodioríticas. El color es gris claro a blanquecino y moteada por la mica. La textura es equigranular, de grano grueso (2 a 10 mm), formada por 30-40 % de cuarzo, 35-50% de plagio-

clasa, 2-4 % de feldespato potásico, 5-16% de muscovita (primaria y secundaria), 3-6% de biotita y los minerales accesorios son monacita, circón, apatita, epidoto secundario, sericita y clorita.

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósito de rocas asociadas a granitoides (6f).

3.2.3.5 Canteras Ormaechea (o Piedras Anchas) y Serrezuela

Generalidades

Introducción: las canteras se localizan en la pedanía Pichanas, departamento Cruz del Eje, al sur de la localidad de Serrezuela. Las coordenadas geográficas de la Cantera Ormaechea son: 30°42'45,7" L.S. 65°22'21" L.O. y de la cantera Serrezuela son: 30° 43' 52" L.S. 65° 20' 00" L.O.

A la cantera Ormaechea se accede por el camino consolidado que une Serrezuela con Piedritas Blancas, por el que se recorren 4 km hacia el sur y se toma una huella que sale hacia el sureste, hacia el paraje conocido como Piedras Anchas y, tras el recorrido de 4,5 km, se llega a la explotación. El acceso a la cantera Serrezuela se realiza por la estancia La Serrezuela, ubicada sobre la RN N° 38, a 11 km al sureste de la localidad de Serrezuela. Desde la estancia y por una huella minera, se recorren unos 6 km al suroeste hasta llegar a la explotación.

Sistema de explotación: ambas explotaciones son a cielo abierto y la extracción se realizaba mediante el método de precorte de bloques con barrenos y

separación con voladura (Fig. 26). Ambas canteras se encuentran inactivas.

Marco geológico

El plutón de Serrezuela abarca un área de 16 km², intruye discordantemente en metamorfitas del Complejo Metamórfico Pichanas y se encuentra dividido en dos sectores separados por un tabique metamórfico de gneises tonalíticos-biotíticos y esquistos biotíticos. El contacto con la roca encajante es neto lo que evidencia el carácter intrusivo y post-tectónico del plutón.

Estructuralmente está delimitado por una serie de fracturas relacionadas a megalineamientos regionales con dirección N-S. Las fracturas son de carácter compresivo con vergencia hacia el este y con el labio occidental hundido marcando un resalto topográfico entre el sector occidental y el oriental del plutón (Gómez, 2003).

Dataciones (K/Ar) arrojaron edades mínimas de 321,3± 7,4 Ma y 303± 2 Ma por lo que el plutón se habría emplazado durante el Carbonífero inferior-superior (Gómez, 2003).

Geología del depósito

El plutón Serrezuela está constituido por dos petrotipos: a) monzogranito biotítico ± muscovítico de mayor desarrollo areal y b) monzogranito biotítico turmalínico que se distribuye en forma mantiforme sobre el anterior. Dentro de este último se ha reconocido una facies que se caracteriza por la presencia de turmalina secundaria donde se ha desarrollado la cantera Ormaechea. En cuanto a la cantera Serrezuela esta se desarrolló en los sectores del monzogranito biotítico ± moscovítico con presencia de turmalina secundaria.

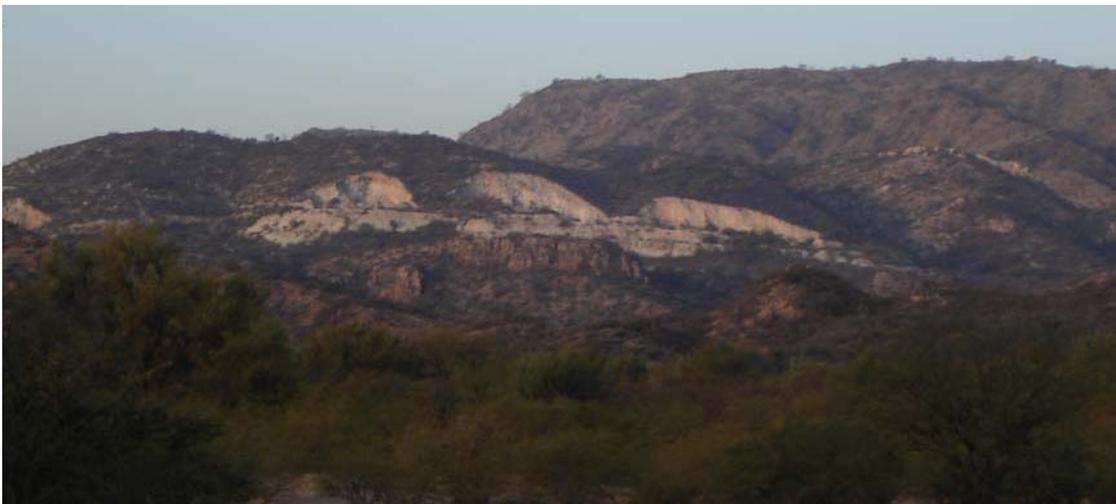


Figura 26: Frente de la cantera de granito Ormaechea.

Las áreas turmalinizadas están definidas por rocas equigranulares de grano medio a grueso (2-5 mm) y su color varía de rosa a rojo intenso grisáceo en determinados sectores. En muestras tomadas en las canteras se observan evidencias de reemplazo de turmalina a expensas de biotita.

Los lineamientos de carácter regional que afectan al granito producen efectos cataclásticos que le confiere a la roca, sobretodo en los bordes del plutón, un diseño de fracturación en enrejado (ortogonal) y una estructura lajosa.

Mineralogía: los monzogranitos de ambas canteras tienen una asociación mineral conformada por cuarzo, plagioclasa, microclino, biotita, turmalina y moscovita. Valores modales promedio obtenidos en cuatro muestras del granito de la cantera Serrezuela fueron cuarzo 32,5 %, plagioclasa 26,3 %, microclino 30,6 %, biotita 4,3 %, turmalina 4,0 %, muscovita 2,9 % y minerales accesorios 0,8 %.

Tipificación: la roca obtenida en las canteras del plutón Serrezuela es un granito equigranular de grano medio, color rosado pálido y con alto contenido de turmalina. Integra el grupo de los granitos rosados, comercialmente conocido como Rosa Mar (Fig. 27).

En la cantera Serrezuela se encontraron nódulos de turmalina (chorlo) y cuarzo que se distribuyen en forma errática y pequeñas miarolas, apenas desarrolladas, de cuarzo y turmalina idiomorfos. También se observan agregados de biotita. Estas características disminuyen la calidad de la roca para su uso ornamental.

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la Repú-



Figura 27: Variedad de granito «Rosa Mar» explotado en canteras Ormaechea y Serrezuela.

ca Argentina (SEGEMAR, 1999), los yacimientos corresponde al modelo de depósitos de rocas asociadas a granitoides (6f).

3.2.4. MÁRMOL

3.2.4.1 Canteras Quilpo

Generalidades

Introducción: el yacimiento Quilpo se encuentra ubicado en la pedanía San Marcos, departamento Cruz del Eje, sobre el flanco occidental de la sierra de Cuniputo. Dista 28 km al SE de Cruz del Eje. Las coordenadas geográficas centrales del yacimiento son: 30°52'22,8" L.S – 64°40'51" L.O.

Se accede al depósito desde la localidad de Cruz del Eje por el camino que conduce al dique homónimo y que después de rodearlo por el norte y este se dirige hacia el sur hasta la explotación.

Otro acceso se realiza desde la localidad de San Marcos Sierra desde donde deben recorrerse, por camino consolidado, aproximadamente 13 km hacia el sur y suroeste hasta llegar al yacimiento.

El yacimiento ocupa una superficie de 8000 hectáreas y en ellas se han desarrollado por sectores numerosas canteras como el grupo de canteras 18, 16, 28, 12, 27, 7 y de canteras 19,14, 4, 5, 1, 22, Quebrada de los Gauchos, Cerro de la Cruz y San Antonio (Fig. 28). También en el área, pero en sectores más alejados, se encuentran los yacimientos Corral de las Vacas y Cordón Oriental que constituyen reservas potenciales.

El yacimiento cuenta con maquinarias y planta de tratamiento. La maquinaria para producir la extracción del material consiste en una perforadora hidráulica, palas Caterpillar 980 y 938 y camiones. El material extraído es cargado en camiones con las palas cargadoras y transportado a la planta de trituration donde se reduce y clasifica para ser posteriormente industrializado (Fig. 29). Este proceso consiste en la trituration primaria y clasificación mediante una zaranda. El material ingresa en una tolva de descarga, pasa a un alimentador y luego, por gravedad, llega a la trituradora primaria, obteniéndose tres tamaños de productos: 0-2", 4-2" y 8-4". Cada uno de estos productos va a su respectivo silo de almacenamiento, los que poseen una capacidad aproximada de 300 t cada uno. Los materiales 8-4" y 4-2" de los silos son transportados a la etapa de calcinación mediante camiones; el material más fino que no ingresa en la etapa de calcinación es transportado y acopiado en un depósito de finos y el ma-

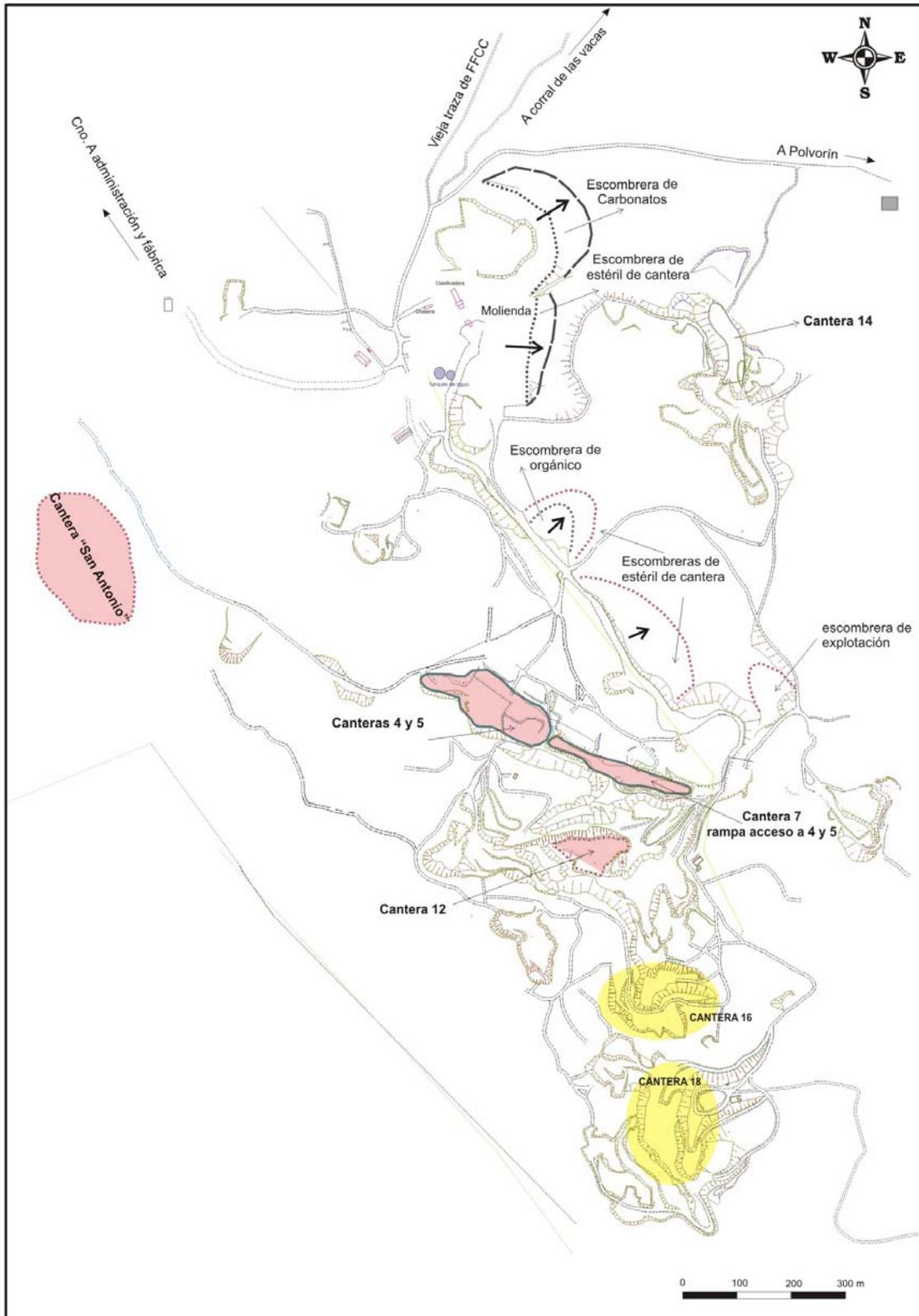


Figura 28: Esquema de ubicación de los frentes de explotación de Canteras Quilpo. (Modificado de Cefas S.A., 2004).

terial estéril que no ingresa a calcinación es trasladado y depositado en una escombrera de estériles. El material de tamaño 0-2" es utilizado en parte para sellar las escombreras de granulometría gruesa. Para el proceso de calcinación se cuenta con 6 hornos

chicos donde se industrializa o calcina la piedra de tamaño 2-4" y 3 hornos grandes para calcar la piedra de tamaño de 4-8". Los hornos son alimentados a leña con el sistema de Gasógeno que cocina la piedra en un proceso de combustión pobre o lenta



Figura 29: Planta de tratamiento del polo productivo de Canteras Quilpo.



Figura 31: Frente de explotación de una de las canteras del Grupo Quilpo.

que permite ahorrar en un 50 % el consumo de combustible.

Producción y Reservas: la producción global mensual en cantera es de 14.200 t de piedra caliza para ser posteriormente industrializada. Del total de piedra caliza triturada y clasificada se obtienen 5.140 t de cal viva de las cuales 1.300 t se comercializan como cal viva triturada en bolsas de 25 Kg. El resto son derivadas al proceso de hidratación para la obtención de cal hidratada (Cefas S.A., 2004.). Con todo el proceso descrito se obtiene un producto final mensual consistente en 52.000 bolsas de cal viva y 187.000 bolsas de cal hidratada.

Las reservas del cordón oriental han sido estimadas en 8.223.000 t; el total del yacimiento es de 70.976.000 t (Sfragulla *et al.*, 1999).

Usos: este yacimiento es fuente de materia prima para cales de primera calidad. El material extraído es destinado íntegramente a las plantas de cal que posee la misma empresa. Se comercializa el producto industrializado que consiste en cal viva (60% de la producción) y cal hidratada (40% restante). A

los fines de la producción de cal las calizas cristalinas se clasifican, de acuerdo a sus impurezas, como de primera (>94% CaCO_3) y de segunda (84% a 94% CaCO_3).

Cabe mencionar que actualmente las reservas de mármoles de tonalidad rosada («Rosado Quilpo»), que fueran destinadas a uso ornamental, se encuentran agotadas (Fig. 30).

Sistema de explotación: el trabajo minero se realiza mediante la explotación en cantera a cielo abierto (perforaciones con barrenos y voladura controlada) con distintos niveles y frentes de extracción de 10 metros de altura promedio (Fig. 31).

Se prevé el desarrollo futuro en las canteras N° 4 y N° 5 profundizando su piso y accediendo desde la cantera N° 7 en rampa de baja pendiente generando un open pit o cava de aproximadamente 300 metros de diámetro.

Marco geológico

La región está geológicamente caracterizada por una faja metasedimentaria limitada por fallas. Dicha



Figura 30: Aspecto del mármol «Rosado Quilpo».

faja está compuesta por mármoles, rocas calcosilicáticas y anfibolitas, además de paragneises y cuarcitas, de la Formación Quilpo (Cámbrico inferior).

Geología del depósito

El yacimiento se divide en dos cordones: occidental y oriental siendo el primero quien concentra la mayoría de las explotaciones.

El mármol se dispone en bancos de formas tabulares a lenticulares con rumbos NNE y longitudes que superan los 1.500 metros. Presentan una estructura de capas plegadas, afectadas por fallas de bajo ángulo. El material es de color blanco a rosado claro, de grano fino a grueso y alcanza potencias promedio de 20 metros. La composición es calcítica y el contenido de silicatos es bajo, aunque se observan diópsido y wollastonita como minerales accesorios.

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósito de rocas metamórficas (10i).

3.2.4.2 Canteras La Fronda y Pampa de Los Guanacos

Generalidades

Introducción: ambos yacimientos de mármol se encuentran en la pedanía Dolores, departamento Punilla, a aproximadamente 15 km al sur de la localidad de San Marcos Sierra, vertiente occidental de la sierra de Cuniputo. Sus respectivas coordenadas geográficas son: La Fronda 30°52'53" L.S. – 64°38'02" L.O. y Pampa de Los Guanacos 30°50'20,23" L.S. – 64°37'01,79" L.O.

Al depósito La Fronda se accede desde la localidad de San Marcos Sierra, por camino de tierra consolidado con rumbo sur. Al yacimiento Pampa de Los Guanacos se accede también desde San Marcos Sierra, unos 15 km al SSE por camino de tierra en mal estado y sinuoso, encontrándose el depósito en la parte cumbre de la sierra de Cuniputo.

Producción y Reservas: la producción de la cantera La Fronda es de aproximadamente 20 m³/mes (com. verbal) y las reservas estimadas son 3.827.000 t aunque unos 6 km al sur de estos sectores explotados existen bancos similares con importantes reservas aún no cuantificadas (Sfragulla *et al.*, 1999). Con respecto a la producción y reservas de la cantera Pampa de Los Guanacos no se conocen datos.

Usos de la roca: los cuerpos de mármol de la cantera La Fronda han sido explotados para producir bloques, aunque tienen particularidades favorables para su utilización como áridos. Los mármoles conocidos como «Gris Punilla» y «Azul Plata» provienen de esta cantera (Fig. 32) y tienen la particularidad de presentar color gris suave, grano uniforme y buena profundidad en las superficies pulidas lo que le otorga condiciones de gran belleza. Sin embargo, la frecuencia del diaclasado del yacimiento dificulta una buena recuperación en la obtención de bloques para aserrado. El mármol de la cantera Pampa de Los Guanacos es utilizado como materia prima para la industria de la cal.

Sistema de explotación: la extracción se realiza a cielo abierto mediante perforaciones con barrenos y voladura controlada, con frentes de extracción de 10 metros de altura promedio (Fig. 33).

Marco geológico

Los yacimientos de mármol La Fronda y Pampa de Los Guanacos integran la Formación Quilpo



Figura 32: Variedad del mármol Gris Punilla extraído en cantera La Fronda.



Figura 33: Extracción de bloques del mármol Gris Punilla en cantera La Fronda.

(Cámbrico inferior), compuesta por mármoles, rocas calcosilicáticas y anfibolitas, además de paragneises y cuarcitas subordinadas.

Geología de los depósitos

Los mármoles de ambas canteras se disponen en bancos intercalados con gneises y anfibolitas. Generalmente se presentan como material compacto, de grano mediano a grueso, color claro (gris, rosado y blanco) y composición calcítica.

Tipificación: en la cantera La Fronda los mármoles cálcicos tienen tenores de magnesio <2,5 % y porcentajes variables, pero generalmente elevados, de insolubles que suelen puntualmente alcanzar el 30 % (Sfragulla *et al.*, 1999).

Modelo genético

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósito de rocas metamórficas (10i).

3.2.5. TRAVERTINO

3.2.5.1 Cantera La Lina

Generalidades

Introducción: la explotación se localiza en la pedanía Guasapampa, departamento Minas, 2,5 km al norte de la localidad de La Playa. Desde esta localidad se accede siguiendo el camino consolidado en dirección a Serrezuela que bordea la sierra de Guasapampa y pasa por el paraje Casas Viejas.

Las coordenadas geográficas de la explotación son: 30°59'49.5" L.S. – 65°21'44,2" L.O.

Producción y Reservas: como dato histórico de la producción de travertino de la zona (se in-

cluyen canteras próximas a La Lina pero que se encuentran fuera del contexto de la Carta), en el año 1975 se extrajeron 400 t de travertino en bloques (Schalamuk *et al.*, 1983). Actualmente, si bien no se tienen datos de la producción, el material extraído tiene como destino la provincia de Mendoza.

El conjunto de recursos cuantificados de travertinos en la zona de La Playa ascienden a 1,5 Mt, siendo el del grupo de canteras La Lina 2: 25.000 t y La Lina 3 y 4: 300.000 t (Sfragulla *et al.*, 1999).

Usos de la roca: el travertino de La Playa en el pasado se comercializó bajo el nombre de «Talamina» o «Napoleón» ya que presenta propiedades estéticas y estructurales factibles para producir bloques para usos ornamentales. Otro uso principal de este travertino fue la producción de cal para refinado de azúcar y granulados (Sfragulla *et al.*, 1999).

Sistema de explotación: a cielo abierto con extracción de bloques mediante perforaciones con barrenos y voladura controlada. El frente de extracción tiene una altura de 5 metros (Fig. 34).

Marco geológico

La región presenta un basamento metamórfico formado por esquistos, paragneises y migmatitas del Complejo Metamórfico Pichanas (Cámbrico inferior) intruido por el plutón La Playa-Charquina (Devónico superior). Estructuralmente se destaca la falla inversa a partir de la cual se levantó la sierra y que controla la distribución de los depósitos de travertino. Estos últimos integran la Formación la Playa (Olsacher, 1960), compuesta por rocas calcáreas travertínicas las que se apoyan sobre el basamento y están cubiertas por una delgada capa de tobas traquiandesíticas (Vullo, 1951). Se le asigna al travertino de La Playa una edad de 9 a 3 Ma



Figura 34: Frente de explotación de travertino y acopio de bloques en cantera La Lina.

(Mioceno a Plioceno) en base a fragmentos de mandíbulas de mamíferos del género *Cardiatherium* y a la correlación con yacimientos fosilíferos similares de la provincia de San Luis (Bondesio y Pascual, 1981).

Geología del depósito

La cantera La Lina corresponde a uno de los cuerpos de travertino más septentrionales que afloran a lo largo de una faja, de aproximadamente 5 km de longitud y 250 m de ancho en dirección N-S, conocida como travertino La Playa (Fig. 35). A lo largo de esta faja comúnmente se distinguen tres horizontes travertínicos: uno superior de alrededor de 1 m de potencia de travertino compacto, el intermedio de 1,5 m de travertino poroso y separado del anterior por un horizonte arenoso de 1 m y un banco inferior de travertino muy poroso con inclusiones síliceas (Sfragulla *et al.*, 1999). En la cantera Lina el material es compacto y de color castaño claro a blanco puro (Fig. 36). En la base, estos bancos presentan nódulos y venillas de travertino.

Tipificación: el travertino La Playa químicamente es un material cálcico con escaso o nulo contenido de magnesio y porcentajes variables de insolubles que gradan desde 3% a 10% (Sfragulla *et al.*, 1999).

Modelo genético

La formación del travertino se relacionaría con el derrame de aguas termales vinculadas con la etapa póstuma del vulcanismo terciario de Pocho (Mioceno superior - Plioceno inferior) ubicado a 35 km al SSE (Gordillo y Lencinas, 1979). Depósitos de similares características vinculados a lo largo de la falla



Figura 36: Aspecto macroscópico del travertino de la cantera La Lina.

de Guasapampa, pero fuera del área de la presente Carta, han sido descriptos en la denominada «Mesa La Argentina» ubicada inmediatamente al NO de los volcanes de Pocho (Miró, 1989; Sofía y Ferreira Centeno, 1989).

De acuerdo con la Clasificación de depósitos de minerales industriales, rocas y gemas de la República Argentina (SEGEMAR, 1999), el yacimiento corresponde al modelo de depósitos de travertino de origen termal (7h).

4. LITOTECTOS Y MINERALOTECTOS

Los litotectos son unidades litoestratigráficas que contienen o son favorables para contener un grupo de yacimientos coetáneos y genéticamente relacionados y correspondientes a un modelo de depósito determinado.



Figura 35: Vista general de uno de los bancos de travertino, próximo a la cantera La Lina.

Los mineralotectos son áreas mineralizadas y/o con indicios de uno o más minerales asociados y relacionados en el tiempo y en su génesis y definen la extensión de posibles áreas de acumulación.

A continuación se describen los litotectos y mineralotectos definidos en la Carta Cruz del Eje (escala 1:250.000).

4.1. LITOTECTOS

4.1.1. FORMACIÓN QUILPO

Los afloramientos del litotecto se localizan en ambos flancos de la sierra de Cuniputo, al SE de Cruz del Eje y al sur de San Marcos Sierra. La zona cuenta con buena accesibilidad a través de rutas y caminos además de su proximidad al sistema de vías férreas que pasa por la localidad de Villa de Soto, actualmente inactiva. La región también cuenta con las plantas industriales de aserrado de bloques de las empresas Onemar S.A y Kursaal S.A.

La roca de interés prospectivo son los mármoles, los cuales se encuentran asociados a rocas calcosilicáticas y anfibolitas además de esquistos, gneises y cuarcitas micáceas subordinadas. La Formación Quilpo representa una asociación de alto grado metamórfico de edad cámbrica.

El litotecto contiene depósitos metasomáticos de wollastonita (5k) (Grupo Quilpo-La Fronda) y depósitos de mármol (10i) (Canteras Quilpo y Cantera La Fronda). El potencial minero de este litotecto es alto, si tenemos en cuenta que además de la buena accesibilidad, calidad de los depósitos e infraestructura instalada (tendido eléctrico y plantas de tratamiento) las reservas totales estimadas superan las 75.000.000 t para los mármoles y 1.000.000 t con 35 % de wollastonita.

Las rocas carbonáticas extraídas presentan gran diversidad de aplicaciones. El destino puede estar orientado a la industria química, acero, vidrios, refractarios, etc., donde se ejerce un fuerte control en el contenido de silicatos y porcentaje de óxidos de Ca, Mg, Fe y Al. Otros usos pueden dirigirse hacia la trituración, molienda y micronizado, donde el grado de blancura es un factor determinante. Para usos ornamentales como mármol («Rosado Quilpo», «Gris Punilla» y «Azul Plata»), son importantes el color, diseño y aptitud para aserrado y pulido, mientras que para uso agrícola como corrector de acidez del suelo, es indistinta la utilización de rocas calcíticas o dolomíticas. Los productos más impuros se utilizan como áridos para hormigón y asfalto.

4.1.2. COMPLEJOS METAMÓRFICOS (PICHANAS, CRUZ DEL EJE, LA FALDA)

El litotecto es de edad cámbrica y está integrado por paragneises, ortogneises, mármoles, anfibolitas, migmatitas, rocas calcosilicáticas, cuarcitas y esquistos, todas ellas inyectadas de venas silíceas, sintectónicas, de origen anatético.

Estas inyecciones silíceas constituyen depósitos de cuarzo hidrotermal (14j) y cuarzo-feldespatos potásico pegmatíticos (3c). El potencial minero del litotecto es bajo siendo que los depósitos poseen, en general, buena accesibilidad pero bajas reservas. Actualmente las explotaciones están paralizadas.

El depósito de cuarzo hidrotermal El Tata se aloja en el Complejo Metamórfico Pichanas, cuenta con un volumen de reservas inferidas de 10.000 t de material de mediana calidad y registra producciones de 200 t mensuales. La explotación del cuarzo hidrotermal se destina a la producción de silicio metálico.

Los depósitos pegmatíticos presentan una mineralogía simple y están asociados a los complejos metamórficos Cruz del Eje y Pichanas. Son zonadas y deformadas siendo ejemplo de estos depósitos La Potranca, Yegua Muerta, Nemecio y Santa Clara, todas ellas explotadas por cuarzo y San Benito de la cual se extrae cuarzo y feldespatos. Las pegmatitas se explotan a cielo abierto y la extracción se realiza mediante voladura con trituración y posterior selección. El material tiene como destino la industria cerámica.

4.1.3. GRANITOS ANATÉTICOS

Este litotecto incluye a los cuerpos graníticos y granodioríticos de edad cámbrica, origen anatético y vinculado a los complejos metamórficos, en especial al Pichanas. El litotecto presenta sus principales afloramientos en los alrededores de la localidad de Villa de Soto de manera que cuenta con buena accesibilidad vial, tendido de vía férrea (actualmente inactiva) y un polo industrial en Villa de Soto con aserrado de bloques de granito (empresas Kursaal S.A. y Onemar S.A.).

Los granitos anatéticos representan una unidad con alto potencial para la existencia de depósitos de roca granítica (6f) de uso ornamental, considerando además de sus particularidades naturales y alta calidad, la buena infraestructura de la región.

Corresponden a este litotecto los depósitos del plutón El Pilón con la cordierita del Cerro Negro (canteras Tamaín y Cerro Negro) y los granitos del Grupo Orcoyana (canteras Orcoyana I y Rojo Mar-Marón Orcoyana). El granito del plutón Rumi Huasi con las canteras Rojo Bella Vista, Rojo Príncipe y Malambo y el cuerpo granítico Casas Blancas donde se ha desarrollado la cantera Santa Clara.

4.1.4. Granitoides del Paleozoico inferior

Los granitoides ordovícicos de este sector de las Sierras Pampeanas constituyen un importante litotecto favorable para la localización de depósitos de rocas asociados a granitoides (modelo 6f). El litotecto se extiende hacia el sur de la Carta donde se emplazan los granitoides conocidos como La Playa y La Fronda. El potencial minero del litotecto es alto si consideramos además de la buena calidad del material para su utilización como roca ornamental la proximidad de los depósitos a centros poblados y la aceptable infraestructura con la que cuenta la región (buenos accesos y disponibilidad de agua y electricidad).

Los desarrollos mineros más importantes se concentran en el Grupo La Playa que constituye una granodiorita comercialmente denominada «Granito Gris Mara». El producto extraído se utiliza en la elaboración de mesadas de cocina, revestimientos internos, externos, pisos y pavimentos. La producción de los últimos 15 años ha oscilado entre las 12.000 y 25.000 t/año (5.000 a 10.000 m³ anuales) y abastece tanto el mercado interno como el externo.

Por otra parte, las explotaciones del Grupo La Fronda, conocidas como Campo La Playa y Las Flores, se localizan en el borde occidental de la sierra de Cuniputo. La roca que se explota con fines ornamentales es una tonalita o leucotonalita con facies graníticas y granodioríticas.

4.1.5. GRANITOIDES DEL PALEOZOICO SUPERIOR

Los intrusivos del Paleozoico superior, emplazados discordantemente en las metamorfitas cámbricas de este sector de las Sierras Pampeanas, constituyen una unidad de interés prospectivo para el hallazgo de depósitos de rocas asociadas a granitoides (modelo 6f). Los cuerpos graníticos de este litotecto (plutones Serrezuela y Capilla del Monte) se distribuyen al sur de la localidad de Serrezuela y

oeste de Capilla del Monte, en ámbitos de las sierras de Serrezuela y Cuniputo.

El potencial minero del litotecto es alto ya que es una unidad con material de buena calidad para su uso como roca ornamental, presenta buena accesibilidad a los depósitos, cercanía a centros poblados (Serrezuela, Villa de Soto, Cruz del Eje y localidades del valle de Punilla) y a plantas industriales de aserrado de bloques y pulido (empresas Kursaal S.A. y Onemar S.A.).

4.1.6. FORMACIÓN SAGUIÓN

Los afloramientos más importantes de la Formación Saguión (Mioceno-Plioceno) se encuentran en las proximidades de las Lomas de El Simbolar, Los Tártagos, Chuña, Lomas del Durazno, al oeste de la sierra de La Higuera y las Lomas de Quilino. Las características del litotecto favorece la formación de depósitos de arcillas de origen sedimentario (modelo 9m). El potencial minero del litotecto es medio-alto ya que si bien la calidad del material es buena la extensión de los afloramientos es limitada. Juegan a su favor la presencia de una red vial que permite el acceso a los depósitos y la proximidad a centros poblados (Cruz del Eje y Deán Funes).

El depósito característico, denominado Los Tártagos, tiene 35 m de espesor máximo y está mayoritariamente conformado por pelitas de color rojo oscuro, con areniscas rojas subordinadas. Ha sido explotado para su uso en la industria de la cerámica por la firma Cerámica Cruz del Eje. Otro de los usos podría orientarse a la eliminación de arsénico presente en agua a través de la retención por medio de arcillas.

4.1.7. FORMACIÓN LA PLAYA

Los depósitos travertínicos de la Formación La Playa (Mioceno-Plioceno) afloran en forma discontinua a lo largo de 7 km sobre el camino que une las localidades de Piedrita Blanca y La Playa, en la sierra de Guasapampa, al sur oeste de la Carta. El litotecto alberga depósitos de travertino de origen termal (modelo 7h) siendo las canteras más importantes La Lina y Cerro Azul 1, explotados para su uso como roca ornamental. Las reservas para los dos depósitos de travertino-aragonita han sido calculadas en 475.000 toneladas.

Los afloramientos se presentan en bancos travertínicos que tienen una elongación N-S y un suave buzamiento al este; se apoyan discordantemente

sobre el basamento cristalino y están cubiertos por una delgada capa de tobas traquiandesíticas. Desde el punto de vista comercial este material es utilizado para ornamentación con el nombre de «Talamina», y debido a su origen químico y su modalidad de depositación en algunos afloramientos es muy impuro debido a la presencia de abundante material clástico. Por todas estas características el potencial minero del litotecto es medio.

4.1.8. Depósitos fluviales y aluviales

Los depósitos de áridos naturales (modelo 12g) incluidos en este litotecto están compuestos por sedimentos del Pleistoceno inferior a superior de origen fluvial entre los que se intercalan limos y arenas fluvio-eólicas y materiales loessoides, distribuidos en la zona de transición entre la región de sierras y las Salinas Grandes. Son utilizados en la industria de la construcción.

Las explotaciones de áridos se localizan en zonas aledañas a los grandes ríos de la región como son el de Pichanas, de Soto y Cruz del Eje.

No se conocen cálculos de reservas, aunque se estiman elevados; la ubicación de las canteras próximas a la RN N° 38, hacen favorables las condiciones de explotación; se estima para el litotecto una potencialidad medio-alta.

4.1.9. DEPÓSITOS SALINOS

El sector este y sudeste de las Salinas Grandes es el que concentra la actividad extractiva, siendo la producción de cloruro de sodio o sal común de importancia regional. A escala nacional la producción de sal de Córdoba se ubica entre el quinto y séptimo lugar

Las pertenencias mineras son numerosas, sin embargo los sitios de explotación van variando su localización.

El litotecto alberga depósitos de sal holocenos, de origen lacustre (modelo 9f) siendo el Grupo Las Cañas, ubicado en el Salar de San José, quien concentra las principales pertenencias mineras (Sol de Mayo, Córdoba Salinas, Pintoresca, Cordobesa, Vigo, San Antonio 2, Patria y El Porvenir).

La producción de sal se utiliza comercialmente como sal de mesa (fina, entrefina, gruesa), sal para ganado en cubos, sal a granel para curtiembres, sal para industrias químicas, etc.

Si bien no se conocen cálculos de reserva, las importantes limitaciones en mantener volúmenes de

producción además de su inapropiada ubicación con respecto a las redes de comercialización hacen que el potencial minero de este litotecto sea medio.

4.2. MINERALOTECTOS

4.2.1 CUARZO HIDROTHERMAL Y DEPÓSITOS PEGMATÍTICOS

Los depósitos epigenéticos de cuarzo hidrotermal (modelo 14j) y pegmatíticos (modelo 3a) están vinculados genéticamente a granitoides del Paleozoico superior. En ambos casos los cuerpos mineralizados intruyen discordantemente los complejos metamórficos de este sector de Sierras Pampeanas (Pichanas, Cruz Del Eje, La Falda).

Los depósitos pegmatíticos son de tipo complejo y están asociados al intrusivo granítico de Capilla del Monte (345 ± 10 Ma). El depósito representativo es la mina La Estrella de Don Basilio, la cual ha sido explotada por berilo, mica, feldespato y cuarzo.

Los depósitos de cuarzo hidrotermal se vinculan a las últimas etapas de la secuencia intrusiva del plutón granítico de Serrezuela (321 ± 7 - 303 ± 2 Ma). Las vetas del Grupo La Suerte (I-VIII) han sido explotadas con fines industriales (producción de silicio metálico).

El potencial minero del mineralotecto es medio a bajo dadas las escasas reservas existentes y la mediana calidad del material.

5. CONCLUSIONES

En la Carta de minerales industriales, rocas y gemas Cruz del Eje el mayor interés prospectivo se localiza en la zona de sierras, borde sudeste de la Carta, donde se alojan los principales litotectos que tienen gran continuidad espacial hacia el sur, fuera de los límites de esta Carta. Entre las unidades litoestratigráficas con mayor potencial minero se encuentran las rocas carbonáticas de la Formación Quilpo (Cámbrico inferior), con recursos de mármoles y wollastonita, y los granitoides del Paleozoico aptos para la extracción de bloques de roca para uso ornamental.

Los bloques serranos de este sector de las Sierras Pampeanas Orientales también son roca de caja de numerosos depósitos principalmente de cuarzo (vetas y pegmatitas) identificándose aquí el extremo más septentrional del mineralotecto que incluye los

depósitos epigenéticos asociados a los granitoides del Paleozoico superior.

Finalmente, en el borde occidental del bloque serrano, y asociado a la zona de falla que lo limita, se encuentran los depósitos de travertino de la Formación La Playa. Estos son exponentes del volcanismo de Pocho (Mioceno superior-Plioceno medio) que tienen gran continuidad areal hacia el sur y vinculación temporal y genética con la Mesa La Argentina.

Fuera del ámbito de las sierras se destacan los depósitos de arcillas de la Formación Saguión, tradi-

cionalmente explotados para su uso en cerámicas y actualmente con potenciales usos destinados al saneamiento hídrico.

En el extremo norte de la Carta se localiza el borde austral de la extensa cuenca de Salinas Grandes donde existen depósitos de sal, que a pesar de las restricciones geográfico-económicas que tienen, han sido explotados de manera sostenida en el tiempo.

Los depósitos de áridos para la construcción (gravas, arenas) constituyen un importante recurso económico de la región.

N°	SUSTANCIA	DISTRITO	DEPÓSITO	LATITUD	LONGITUD	MODELO DE DEPÓSITO	ROCA HUÉSPED	LITOTECTO	MINERALOTECTO	EDAD MINERALIZACIÓN	RECURSO RESERVA	LEY	PRODUCCIÓN ANUAL	USOS	REFERENCIAS	
9	Arcilla		Los Tártagos	64°35' 45,7"	30°32' 23,9"	9m	Formación Sagüón, Secuencia continental terciaria, depósitos rojizos de granulometría fina.	Formación Sagüón	*****	Mioceno-Plioceno	s/d	s/d	s/d	Fabricación de ladrillos cerámicos, tanto macizos como huecos. Se han realizado ensayos con valores positivos para su utilización en la depuración de aguas arsenicales.	Berlino y Murray, 1998; Domnarri et al., 2010; D.G.P.I.M., 1990/1991.	
10	Aridos		El Brete	64° 52' 12"	30° 40' 01,8"	12 g	Fm. Río Cruz del Eje. Depósitos de pie de monte y conos de deyección. Conglomerados, gravas, arenas.	Depósitos fluviales y aluviales	*****	Holoceno	s/d	s/d	s/d	Áridos para obras viales y construcción en general.	López y Gaido, 2008	
19	Aridos		Sin nombre	65° 10' 20,9"	30° 49' 58,7"	12 g	Fm. Chuña y Fm. Guanao Muerto. Depósitos fluviales, aluviales y eólicos. Arenas finas, limos y loess.	Depósitos fluviales y aluviales	*****	Holoceno	s/d	s/d	s/d	Áridos para obras viales y construcción en general.	López y Gaido, 2008	
36	Cordierita		Tamain	64° 59' 11"	30° 58' 12"	6 f	Leucomonzonranito Casas Blancas o Santa Clara, siendo sus contactos netos o fallados con ocasionales tabiques de paragneis biotítico.	Granitos anatócticos	*****	Cámbrico	s/d	s/d	s/d	Uso ornamental	Rapela et al., 1996; 1998; 2002; Candian et al., 2001; Gordillo 1979; Schreyer et al., 1979; Sesana, 1978; Rapela et al., 1995.	
37	Cordierita		C° Negro	64° 59' 35,5"	30° 58' 13"	6 f	Leucomonzonranito Casas Blancas o Santa Clara, siendo sus contactos netos o fallados con ocasionales tabiques de paragneis biotítico.	Granitos anatócticos	*****	Cámbrico	s/d	s/d	s/d	Uso ornamental	Rapela et al., 1996; 1998; 2002; Candian et al., 2001; Gordillo 1979; Schreyer et al., 1979; Sesana, 1978; Rapela et al., 1995.	
11	Cuarzo	La Suerte	La Suerte I a VIII	65°22'39,3"	30°42'17,0691"	14 J	Complejos metamórficos (Pichanas, Cruz del Eje, La Falda)	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	*****	Carbonífero inf-sup.	s/d	s/d	s/d	Industria metalúrgica	Candian et al., 2001	
13	Cuarzo		Eldeje	64°37'10,14"	30°42'47,41"	3c	Paragneises y ortogneises del Complejo Metamórfico La Falda	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	*****	Devónico-Carbonífero	s/d	s/d	s/d	s/d	Catastro Minero, Secretaría de Minería de Córdoba, 2011	
15	Cuarzo		Cerro Blanco	64°35'16,80"	30°47'46,51"	3c	Paragneises y ortogneises del Complejo Metamórfico La Falda	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	*****	Devónico-Carbonífero	s/d	s/d	s/d	s/d	Catastro Minero, Secretaría de Minería de Córdoba, 2011	
17	Cuarzo		El Tata	65° 24' 41,1"	30° 48' 44,4"	14 J	Complejos metamórficos (Pichanas, Cruz del Eje, La Falda)	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	*****	Carbonífero inf-sup.	s/d	s/d	s/d	Industria metalúrgica	Bonalumi et al., 2001	
21	Cuarzo		La Potranca	65° 14' 50,1"	30° 51' 40,0"	3 c	Complejos metamórficos (Pichanas, Cruz del Eje, La Falda)	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	*****	Devónico-Carbonífero	Agoladas		s/d	s/d	s/d	Rubio et al., 2001
28	Cuarzo		Rober Ale	64°42'32,25"	30°55'43,05"	3 c	Paragneises y ortogneises del Complejo Metamórfico La Falda	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	*****	Devónico-Carbonífero	s/d	s/d	s/d	s/d	Catastro Minero, Secretaría de Minería de Córdoba, 2011	

N°	SUSTANCIA	DISTRITO	DEPÓSITO	LATITUD	LONGITUD	MODELO DE DEPÓSITO	ROCA HUÉSPED	LITOTECTO	MINERALOTECTO	EDAD MINERALIZACIÓN	RECURSO /RESERVA	LEY	PRODUCCIÓN ANUAL	USOS	REFERENCIAS
30	Cuarzo		Yegua Muerta	65° 07' 44.0"	30° 57' 16.6"	3 c	Complejos metamórficos (Pichanas, Cruz del Eje, La Falda)	*****	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	Devónico- Carbonífero	2000 t		s/d	s/d	Rubio et al., 2001
40	Cuarzo		San Gregorio	64°41'05.65"	30°59'35.28"	3 c	Paragneises y ortogneises del Complejo Metamórfico La Falda	*****	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	Devónico- Carbonífero	s/d		s/d	s/d	Calastro Minero, Secretaria de Minería de Córdoba, 2011
42	Cuarzo		Nemesio	65°07'51.58"	30°59'54.77"	3 c	Complejos metamórficos (Pichanas, Cruz del Eje, La Falda)	*****	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	Devónico- Carbonífero	2000 t		s/d	s/d	Calastro Minero, Secretaria de Minería de Córdoba, 2011.
34	Cuarzo, Feld. Potásico		San Benito	64° 56' 14.9"	30° 57' 56.2"	3 c	Gneis Pichanas: paragneises metapelíticos con mármol y arribolita. Contienen asociaciones de medio a alto grado de cuarzo (25% a 40%), feldespato potásico (25% a 35%), biotita (10% a 30%), plagioclasa (5% a 10%), moscovita (5% a 10%) y menores cantidades de granate, cordierita y sillimanita	*****	Cuarzo hidrotermal y depósitos pegmatíticos	Devónico- Carbonífero	s/d		s/d	Industria metalúrgica y cerámica	Candiani et al., 2001
20	Cuarzo, Mica, Feld. Potásico, Benito		Estrella de Don Basilio	64°34'42.1"	30°50'40.8"	3 a	Complejos metamórficos (Pichanas, Cruz del Eje, La Falda). Cámbrico - Ordovícico	*****	Cuarzo hidrotermal y minerales pegmatíticos	Devónico- Carbonífero	reserva potásico 7500 t (inferidas); Cuarzo 5000 t (inferidas)		s/d	Industria de loza y cerámica, fundamentalmente en el rubro sanitarios.	Rubio et al., 2001; Candiani et al., 2001.
12	Granito		Ormaechea o Piedras Anchas	65° 22' 21"	30° 42' 45.7"	6 f	Gneises y esquistos tonalíticos-biotíticos del Complejo Metamórfico Pichanas.	Granitoides del Paleozoico superior	*****	Carbonífero inf - sup.	s/d		s/d	Uso ornamental	Candiani et al., 2001
14	Granito		Cañera Serrezuela	65° 20' 00"	30° 43' 52"	6 f	Gneises y esquistos tonalíticos-biotíticos del Complejo Metamórfico Pichanas.	Granitoides del Paleozoico superior	*****	Carbonífero inf - sup.	s/d		s/d	Uso ornamental	Candiani et al., 2001
18	Granito		Los Altos	64°33'49.97"	30°49'49.99"	6 f	Complejo metamórfico La Falda	Granitoides del Paleozoico superior	*****	Devónico- Carbonífero	s/d			Uso Ornamental	Calastro Minero, Secretaria de Minería de Córdoba, 2011.
24	Granito		Campo La Playa	64° 38' 47.7"	30° 52' 50.8"	6 f	Tonalita La Fronda. Leucotonalita con facies graníticas y granodioríticas.	Granitoides del Paleozoico inferior	*****	Ordovícico	s/d		s/d	Uso ornamental.	Caife y Baldo, 1994; Lyons et al., 1997; Massabie, 1982; Rapela et al., 1998; Bonalumi y Baldo, 1997
26	Granito		Rolo Bella Vista Rolo Príncipe, Malambo	65°07'43.63"	30°53'44.58"	6 f	Paragneise y migmatitas del Complejo Metamórfico Pichanas intruido por granitoides anatócticos (Complejo Granítico El Pilón).	Granitoides anatócticos	*****	Cámbrico	s/d		s/d	Uso ornamental	Lyons et al., 1997; Candiani et al., 2002
31	Granito		Aguada del Piñón	64° 08' 00"	30° 57' 20"	6 f	Granitos anatócticos en afloramientos abaciales alrededor del cuerpo principal (granito El Piñón)	Granitoides anatócticos	*****	Cámbrico	s/d		s/d	Uso ornamental	Lyons et al., 1997; Candiani et al., 2001
32	Granito		Santa Clara	64°58'33.84"	30°57'47.44"	6 f	Leucomonzogranito Granito Casa Blancas. Monzogranito cordillerico. Integra el Complejo Granítico El Piñón.	Granitoides anatócticos	*****	Cámbrico				Uso ornamental	Rapela et al., 1995; 2002; Lyons et al., 1997

Nº	SUSTANCIA	DISTRITO	DEPÓSITO	LATITUD	LONGITUD	MODELO DE DEPÓSITO	ROCA HUÉSPED	LITOTECTO	MINERALOTECTO	EDAD MINERALIZACIÓN/ RESERVA	RECURSO	LEY	PRODUCCIÓN ANUAL	USOS	REFERENCIAS	
33	Granito	Grupo Orcoyana o El Pilón	Rojo Mar - Mirón Orcoyana	64°58'50.87"	30°57'54.84"	6 f	Granito anatóctico El Pilón. Plutón granodiorítico sillimanítico-cordierítico porfírico, emplazado en micralitas estromatolíticas y dialexíticas cordieríticas. Integra el Complejo Granítico El Pilón.	Granoides anatócticos	****	Cámbrico				Uso ornamental	Camacho e Ireland, 1997; Sesana, 1978; Candiani et al., 2001; Rapela et al., 1996; 1998; 2002.	
35	Granito	Grupo Rumi Huasi	Rosa Bavero, Beige Puma	65°04'37.53"	30°58'11.44"	6 f	Granitos anatócticos en afloramientos aislados alrededor del cuerpo principal (granito El Pilón)	Granoides anatócticos	****	Cámbrico	s/d			Uso ornamental	Candiani et al., 2001	
38	Granito	Grupo Orcoyana o El Pilón	Orcoyana I	64°59'30.01"	30°58'59.99"	6 f	Granito anatóctico El Pilón. Plutón granodiorítico sillimanítico-cordierítico porfírico, emplazado en micralitas estromatolíticas y dialexíticas cordieríticas. Integra el Complejo Granítico El Pilón.	Granoides anatócticos	****	Cámbrico				Uso ornamental	Camacho e Ireland, 1997; Sesana, 1978; Candiani et al., 2001; Rapela et al., 1996; 1998; 2002.	
39	Granito	Grupo La Playa	Don Alberto II; Don Alberto III; Don Alberto IV; Alberberí; Mogote; Punitaquito; El Judái; El Simbollar.	65°23'43.83"	30°59'25.40"	6 f	Plutón La Playa - Charquina. Granodiorita biotítica muscovítica.	Granitoides del Paleozoico inferior	****	Ordovícico	s/d			5.000 a 10.000 m ² anuales	Uso ornamental. Nombre comercial "Granito Gris Mara". Revestimientos interiores, externos, pisos y pavimentos. Se comercializa pulido (lustrado) y también flameado.	Rapela et al., 1989; Pankhurst et al., 2002; Gómez y Lira, 1998; Lyons et al., 1997; Candiani et al., 2001; Granco S.A., 1988.
23	Mármol	Canteras Quilpo		64°4'15.21"	30°52'22.99"	10 l	Formación Quilpo. Wamotes, rocas calcosilíceas y anfibolitas, paragneises, cuarcitas, que definen una faja metasedimentaria limitada por fallas.	Formación Quilpo	****	Cámbrico	70.976.000 t			8750 t	Materia prima de cates de primera calidad.	Candiani, et al., 2001; Sragulla et al., 1999; Lyons et al., 1997; CEFAS, 2004.
25	Mármol	Cantera La Fronda		64°38'02.08"	30°52'53.14"	10 l	Fm. Quilpo. Bancos de mármol intercalados con gneises y anfibolitas	Formación Quilpo	****	Cámbrico	3.827.000 t			20 m3/mes	Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtimbres, sal para industrias químicas, etc.	Sragulla et al., 1999; Candiani, et al., 2001
1	Sal	Grupo Las Cañas	Sol de Mayo	64°41'22.54"	30°02'13.24"	9f	Evaporitas lacustres	Depósitos salinos	****	Holoceno	s/d			Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtimbres, sal para industrias químicas, etc.	Dargám y Depetris, 1995; Candiani et al., 2001; Dargám, 1994.	
3	Sal	Grupo Las Cañas	Cordoba	64°42'20.64"	30°04'17.20"	9f	Evaporitas lacustres	Depósitos salinos	****	Holoceno	s/d			Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtimbres, sal para industrias químicas, etc.	Dargám y Depetris, 1995; Candiani et al., 2001; Dargám, 1994.	
4	Sal	Grupo Las Cañas	Pintoresca	64°42'50.50"	30°04'17.50"	9f	Evaporitas lacustres	Depósitos salinos	****	Holoceno	s/d			Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtimbres, sal para industrias químicas, etc.	Dargám y Depetris, 1995; Candiani et al., 2001; Dargám, 1994.	
5	Sal	Grupo Las Cañas	Vigo	64°44'23.74"	30°04'24.89"	9f	Evaporitas lacustres	Depósitos salinos	****	Holoceno	s/d			Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtimbres, sal para industrias químicas, etc.	Dargám y Depetris, 1995; Candiani et al., 2001; Dargám, 1994.	
6	Sal	Grupo Las Cañas	San Antonio 2º	64°44'04.95"	30°04'34.4"	9f	Evaporitas lacustres	Depósitos salinos	****	Holoceno	s/d			Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtimbres, sal para industrias químicas, etc.	Dargám y Depetris, 1995; Candiani et al., 2001; Dargám, 1994.	

N°	SUSTANCIA	DISTRITO	DEPÓSITO	LATITUD	LONGITUD	MODELO DE DEPÓSITO	ROCA HUÉSPED	LITOTECTO	MINERALOTECTO	EDAD MINERALIZACIÓN	RECURSO / RESERVA	LEY	PRODUCCIÓN ANUAL	USOS	REFERENCIAS
7	Sal	Grupo Las Cañas	Patria	64°42'42.78"	30°04'36.90"	9f	Evaporitas lacustres	Depósitos salinos	*****	Holoceno	s/d		Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtiembre, sal para industrias químicas, etc.	Dargám y Depéris, 1995; Candiani et al., 2001; Dargám, 1994.	
8	Sal	Grupo Las Cañas	El Poverir	64°42'59.21"	30°05'06.3"	9f	Evaporitas lacustres	Depósitos salinos	*****	Holoceno	s/d		Sal de mesa, sal para ganado en cubos, sal a granel para curtiembre, sal para industrias químicas, etc.	Dargám y Depéris, 1995; Candiani et al., 2001; Dargám, 1994.	
41	Travertino		La Lina	65°21'44.58"	30°59'49.89"	7 h	Rocas calcáreas travertínicas de la Fm. La Playa.	Formación La Playa.	*****	Mioceno-Plioceno			Producción histórica: 325.000 t. Inactiva.	Uso ornamental. Producción de cal para refinado de azúcar y granulados.	Olscher, 1960; Lucero Michaut y Olscher, 1991; Schalamuk et al., 1983.
22	Wollastonita		Quilpo - La Fronda	64° 38' 55.16"	30° 52' 21.09"	5 k	Formación Quilpo: bloque metamórfico constituido por gneises, migmatitas cordieríticas, mármoles, anfibolitas, esquistos cuarzo micáceos y metacuarcitas en facies de alto grado metamórfico.	Formación Quilpo	*****	Ordovícico	1 Mt. (Rec. Posibles)	35 % de wol	s/d	Aceros y siderurgia, carga para materiales plásticos, encozados y esmaltes, pinturas, productos vítreos, baldosas o pisos cerámicos, fundente para soldadura, productos resistentes al fuego	Cabanillas y Jerez (1998; 1999)

6. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ L. A.; F. FERNANDEZ SEVESO; M. A. Pérez y N. D. BOLATTI, 1990. Estratigrafía de la cuenca saliniana. 11° Congreso Geológico Argentino, 2: 145- 148,
- ANGELELLI, V., 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Volumen II. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias naturales y Museo de La Plata, UNLP, 704 pp. La Plata.
- ANGELELLI, V., SCHALAMUK, I. y FERNÁNDEZ, R., 1980, Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región Centro-Cuyo. Secretaría de Estado de Minería. Anales XIX. 261 pp. Buenos Aires.
- ASTINI, R. A., PEZZI, L.Y. y MASSEI, G. A., 1993. Paleogeografía y paleoambientes del Cretácico de la sierra de Pajarillo-Copacabana-Maza, Noroeste de Córdoba. Actas 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1: 170-176. Buenos Aires.
- BAIN LARRAHONA, H. G., 1940. Estudios geológicos en la provincia de Córdoba. Boletín de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 192. Buenos Aires.
- BERTOLINO, S. y MURRAY, H., 1996. Clasificación mineralógica y genética de los depósitos de arcillas de la provincia de Córdoba, Argentina. 6° Reunión Argentina de Sedimentología y 1° Simposio de Arcillas. Bahía Blanca. Actas. p. 331-336. Bahía Blanca.
- BERTOLINO, S. A., POIRÉ, D. G., CARIGNANO, C. y DARGÁM, D., 1997. Paleoambientes sedimentarios de los depósitos de arcillas de Los Tártagos-El Simbolar, Pcia. De Córdoba, Argentina. 2° Simposio Latinoamericano de Sedimentología. Isla Margarita, Venezuela.
- BONALUMI, A. y BALDO, E., 2002. Ordovician magmatism in the Sierras Pampeanas of Córdoba. En: Aceñolaza, F.G. (Ed.): Aspects of the Ordovician System in Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica 16: 243-256. San Miguel de Tucumán.
- BONALUMI, A., SFRAGULLA, J., PÉREZ, D., RUBIO, M., GUERESCHI, A., LÓPEZ A., GOZÁLVEZ, M., 2001. Cuarzo en la provincia de Córdoba. Su calidad química. VII Congreso Argentino de Geología Económica. Actas 2: 89-95. Salta.
- BONDESIO, P. y PASCUAL, R., 1981. Un *Cartiatheriinae* (Mammalia, Rodentia, Hydrochoeridae) de los calcáreos travertínicos de La Playa (Córdoba), edad y correlaciones. *Ameghiniana*, revista Asociación Paleontológica Argentina, 18 (3-4); 169-175.
- CABANILLAS, A. M. y JERÉZ, D., G., 1998. Resultados de la prospección preliminar de yacimientos de wollastonita en la provincia de Córdoba, Argentina. Actas, 10° Congreso latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica, vol. III: 112-117. Buenos Aires.
- CABANILLAS, A. M. y JERÉZ, D., G., 1999. Yacimientos de wollastonita de Córdoba. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E. O. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Anales 35: 415-417, Buenos Aires.
- CAFFE, P. y BALDO, E., 1994. El plutón trondjemítico de La Fronda, borde occidental de la sierra de Cuniputo, Córdoba, Argentina. Actas, 7° Congreso Geológico Chileno, vol. II, 972-976. Concepción.
- CAMACHO, A. e IRELAND, T. R., 1997. U/ Pb Geochronology, final report. Geoscientific mapping of The Sierras Pampeanas Argentine-Australia Cooperative Project. Servicio Geológico Minero Argentino, (inédito). Buenos Aires.
- CAMINOS, R., 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. II° Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, I, 129-146, Córdoba.
- CANDIANI, J., CARIGNANO, C., STUART-SMITH, LYON, P., MIRÓ, R. y LÓPEZ, H., 2001. Hoja Geológica 3166-II, Cruz del Eje, (1:250.000). Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 249.
- CARIGNANO, C., 1997. Caracterización y evolución de los ambientes geomorfológicos extraserranos del noroeste de la Provincia de Córdoba, durante el Cuaternario Superior. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, (inédito). Córdoba.
- CEFAS S.A., 2004. Estudio de Impacto Ambiental Canteras Quilpo. Geoambiental Geólogos Consultores. Inédito, Córdoba.
- COIRA, B. y KOUKHARSKY, M., 1979. Descripción Geológica de la Hoja 17f, sierra Brava. Servicio Geológico Nacional. Boletín 171. Buenos Aires.

- DARGÁM, R. M., 1994. Dinámica evolutiva y geoquímica de aguas y salmueras del ambiente evaporítico de las Salinas Grandes, Provincia de Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- DARGÁM, R. M., 1995. Geochemistry of waters and brines from Salinas Grandes basin, Córdoba, Argentina. I - Geomorphology and hydrochemical characteristics. *International Journal of Salt Lake Research*, 3, 137-158.
- DARGÁM, R. M. y DEPETRIS, P. J., 1995. Mecanismos de control hidroquímico en aguas y salmueras de las Salinas Grandes., Provincia de Córdoba. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 50 (1-4): 87-102.
- DARGÁM R. M. y DEPETRIS, P. J., 1996. Geochemistry of waters and brines from the Salinas Grandes basin, Córdoba, Argentina. II. Gypsum dissolution calcite precipitation, and brine evolution. *International Journal of Salt Lake Research*, 5: 81-101.
- D.G.P.I.M., 1990/1991. Minerales industriales arcillas y caolines. Primer informe de avance. Departamento de Evaluación y Proyectos, Dirección de Geología Promoción Industrial y Minería. Secretaría de Minería-Provincia de Córdoba, 1-24. Inédito.
- DONNARI, E., GAIDO, F., MIRÓ, R., Sanguinetti, A; Buceta, G., Cozzi, G y Crubellati, R., 2011. Investigación de Arcillas Para Uso en Descontaminación de Aguas Arsenicales en las Provincias de Córdoba y San Luis. Biblioteca SEGEMAR Córdoba. 45 pp. Inédito.
- FRANCHINI, M., LIRA, R. y SFRAGULLA, J. 1999. Los skarns San Marcos Sierra y La Falda: geología, mineralogía y composición de los fluidos hidrotermales. Comparación con otros skarns de las Sierras Pampeanas Orientales de Córdoba. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54(4): 420-435.
- GEUNA, S., 1997. Geología y paleomagnetismo de unidades cretácicas de la provincia de Córdoba. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, (inédita). Córdoba.
- GÓMEZ, G. M., 1998. Geología de los plutones graníticos de La Playa y Serrezuela y de manifestaciones posmagmáticas asociadas, Sierras de Guasapampa y Serrezuela, Córdoba, República Argentina. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 186 p. (inédito)
- GÓMEZ, G. M., 2003. El plutón de Serrezuela: Evento magmático del Carbonífero en el sector norte de la sierra de Pocho, Córdoba, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol.58, n.3, pp. 283-297. ISSN 1851-8249.
- GÓMEZ, G. M., y LIRA, R., 1998. Geología y aspectos geoquímicos del plutón granítico de La Playa, Sierra de Guasapampa, provincia de Córdoba. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53 (3): 291-305.
- GÓMEZ, G. M y MARTÍNEZ, E. B., 1999. Estudio de inclusiones fluidas en cavidades miarolíticas, venas de cuarzo y cuerpo silíceo del plutón de Serrezuela, Córdoba, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 54(3): 195-205.
- GONZÁLEZ, R. R. Y ACEÑOLAZA, F. G., 1972. La Cuenca de deposición neopaleozoica-mesozoica del oeste argentino. *Fundación e Instituto Miguel Lillo, Tucumán, Miscelánea*, 40: 629-643.
- GORDILLO, C. E., 1974. Las rocas cordieríticas de Orcoyana y Cerro Negro - Soto. *Boletín Asociación Geológica de Córdoba*, 2 (3-4). Córdoba.
- GORDILLO, C., 1979. Observaciones sobre la petrología de las rocas cordieríticas de la Sierra de Córdoba. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 53 (1-2): 3-44. Córdoba.
- GORDILLO, C. E. y LENCINAS, A., 1979. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. *Academia Nacional de Ciencias*, vol. I, 577:650. Córdoba.
- LEGUIZAMÓN, R., 1972. Estudio paleobotánico de la Formación Tasa Cuna, Pérmico inferior de la provincia de Córdoba. *Ameghiniana*, 9(4): 305-342. Buenos Aires.
- LEGUIZAMÓN, R., 1975. Hallazgo del género *Leaia* (Conchostraco) en el Pérmico argentino. *Actas 1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, 357-369. Buenos Aires.
- LENCINAS, A. N., 1963. Estudio geológico del flanco occidental de la Sierra Chica y del fondo del valle de Punilla entre Biale Massé y La Cumbre. Provincia de Córdoba. Tesis Doctoral Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales de Salta (inédito). Salta.
- LENCINAS, A. N., 1971. Geología del Valle de Punilla entre Biale Massé y La Cumbre, provincia de Córdoba. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba*, 1(2): 61-70. Córdoba.

- LINARES, E. y GONZÁLEZ, R. R., 1990. Catálogo de edades radimétricas de la República Argentina, años 1957 - 1987. Publicaciones especiales de la Asociación Geológica Argentina, Serie «B» (Didáctica y Complementaria), 19, 627 pp. Buenos Aires.
- LIRA, R., GÓMEZ, G. M., RIPLEY, E. M. y JOHNSON, T. W., 1999. Regional occurrence of meteoric water alteration-mineralization systems in Devonian-Carboniferous granitoids of the Eastern Sierras Pampeanas of Central Argentina. II Simposio Sudamericano de Geología Isotópica. Actas II: 474-480. Córdoba, Argentina.
- LÓPEZ, H. y GAIDO, M. F., 2008. Abrasivos naturales de la provincia de Córdoba. Biblioteca SEGEMAR Córdoba. 20 pp. Inédito.
- LYONS, P., SKIRROW R.G. y STUART-SMITH, P.G., 1997. Geology and Matellogeny of the Sierras Septentrionales de Córdoba. 1:250.000 Map Sheet, Province of Córdoba. Geoscientific mapping of The Sierras Pampeanas Argentine-Australia Cooperative Project. Servicio Geológico Minero Argentino. Anales 27: 1-131.
- LUCERO MICHAUT, H. N. y OLSACHER, J., 1981. Descripción geológica de la carta 19h, Cruz del Eje, provincia de Córdoba. Boletín de la Dirección Nacional de Geología y Minería, 179: 1-91. Buenos Aires.
- MASSABIÉ, A. C., 1982. Geología de los alrededores de Capilla del Monte y San Marcos, provincia de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 37 (2). Buenos Aires.
- MARTINO, R. D., 1993. La faja de deformación Guamanes: petrografía, estructura interna y significado tectónico, Sa. Grande de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 47(1). Buenos Aires.
- METHOL, E. J., 1958. Descripción geológica de la Hoja 18i, Dean Funes, provincia de Córdoba. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 88. Buenos Aires.
- MIRÓ, R., 1989. La Mesa La Argentina, su vinculación con fenómenos hidrotermales. Dirección Nacional de Minería y Geología. Centro de Exploración Córdoba. 13 p. Inédito.
- MIRÓ, R., GAIDO, M. F., CANDIANI, J. y AIMAR, C., 2005. Hoja Geológica 2966-IV, Recreo (1:250.000). Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 360. ISSN 0328-2333.
- MURRA, J. A. y BALDO, E. G., 1996. El granito Capilla del Monte y su encajonante ígneo-metamórfico. Sierras Pampeanas de Córdoba. Actas 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas 3: 499-505. Buenos Aires.
- OLSACHER, J., 1960. Descripción Geológica de la Carta 20 h, Los Gigantes, provincia de Córdoba. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 90. Buenos Aires.
- PANKHURST, R., RAPELA, C. y FANNING, H., 2000. Age and origin of coeval TTG, I-and S-Type granites in the Famatinian belt of NW Argentina. Transactions of Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences. 91. 151-168. Edinburgh.
- PARKER, G. 1968. Relevamiento de perfiles sobre las Sierras de Los Llanos (La Rioja) y faldeo noroccidental de las Sierras de Córdoba. Yacimientos Petrolíferos Fiscales (inédito). Buenos Aires.
- PASTORE, F. y METHOL, E., 1953. Descripción Geológica de la Carta 19i Capilla del Monte. (Córdoba). Dirección Nacional de Minería. Boletín N° 79. Buenos Aires.
- RAPELA, C., BALDO, E. y SAAVEDRA, J., 1995. Cordierites in S type granites: restites following low pressure, high degree partial melting of metapelites. The Origin of Granites and Related U. S. Geological Survey Circular, 1129, 120-121.
- RAPELA, C. y PANKHURST, R., 1996. Cambrian plutonism of The Sierras de Córdoba: Pre Famatinian subduction? And crustal melting. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Explotación de Hidrocarburos. V: 491.
- RAPELA, C. W., PANKHURST, R. J., CASQUET, C., BALDO, E., SAAVEDRA, J., GALINDO, C. y FANNING, C. M., 1998. The Pampean Orogeny of the southern proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba. In: Pankhurst, R.J., Rapela, C.W. (Eds.), The Proto-Andean Margin of Gondwana. Geological Society of London Special Publications 142, 181-217.
- RAPELA, C. W., PANKHURST, R. J., DAHLQUIST, J. y FANNING, C. M., 1999. U-Pb SHRIMP ages of Famatinian granites: new constraints on the timing, origin and tectonic setting of I- and S-type magmas in an ensialic arc. Actas II South American Symposium on Isotope Geology. Acta: 264 - 267. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina.

- RAPELA, C. W., BALDO, E. G., PANKHURST, R. J. y SAAVEDRA, J. 2002. Cordieritite and Leucogranite Formation during emplacement of highly peraluminous magma: the El Pílon Granite Complex (Sierras Pampeanas, Argentina). *Journal of Petrology* 43(6): 1003-1028.
- RIMANN, E., 1926. Estudio geológico de la Sierra Chica entre Ongamira y Dolores. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Boletín 23: 9-198. Córdoba.
- RUBIO, M., BONALUMI, A., PÉREZ, R., SFRAGULLA, J., BADINI, R. y CUFFINI, S., 2001. Investigación petromineralógica de cuarzo y feldespatos alcalinos de la Provincia de Córdoba. Proyecto BID 802/OC.AR.PICT N° 1004059. Versión Digital.
- SAADI, J. A., 2006. Las piedras preciosas de la República Argentina. ¿Un recurso mineral desconocido o reservado?. Editorial Pugliese Siena. Córdoba. Argentina.
- SCHALAMUK, I., FERNÁNDEZ, R. y ETCHEVERRY, R., 1983. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región NOA. Ministerio de Economía, Subsecretaría de Minería, Anales 20, 196 p. Buenos Aires.
- SCHMIDT, C. J., ASTINI, R. A., COSTA, C. H., GARDINI, C. E. y KRAEMER, P. E., 1995. Cretaceous rifting, alluvial fan sedimentation and neogene inversión, Southern Sierras Pampeanas, Argentina. In A. J. Tankard, R. Suarez y H. J. Welsink, *Petroleum basins of South America: AAPG Memoir* 62: 341-358.
- SCHREYER, W., GORDILLO, C.E. y WERDING, G., 1979. A new sodian beryllian cordieritite from Soto, Argentina, and the relationship between distortion index, Be content, and state of hydration. *Contributions Mineralogy and Petrology*, 70: 420-428.
- SEGEMAR, 1999. Normativa para las Cartas de Minerales Industriales, Rocas y Gemas de la República Argentina. Dirección de Recursos Geológicos Mineros e Instituto de Geología y Recursos Minerales. 37 pp. Inédito.
- SFRAGULLA, J., JERÉZ, D. y BONALUMI A., 1999. Mármoles y otras rocas carbonáticas de Córdoba. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed.E. Zappettini), Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Anales 35, Vol. 1; 271-295. Buenos Aires.
- SESANA, F. L., 1978. Contribución al conocimiento de la migmatización y sus productos. Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito. Buenos Aires.
- SOFIA, D. y FERREIRA CENTENO, J. P., 1989. Evaluación preliminar de las manifestaciones de mineral de manganeso Mina María Rosa y roca travertínica de la Mesa La Argentina, Departamento Minas, Provincia de Córdoba. Dirección Provincial de Minería Córdoba, Inédito.
- VULLO, L. O., 1951. Informe geológico sobre la cantera de calcáreo travertínico de «La Playa». Pedanía Guasapampa, Departamento Minas. Provincia de Córdoba. Dirección de Minería Córdoba, 93 p. Inédito.