

REPUBLICA



ARGENTINA

MINISTERIO DE ECONOMIA  
SUBSECRETARIA DE MINERIA

---

ANALES XX

# LOS YACIMIENTOS DE MINERALES NO METALIFEROS Y ROCAS DE APLICACION DE LA REGION NOA

(Provincias de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta y Tucumán)

ISIDORO SCHALAMUK, RAUL FERNANDEZ Y RICARDO ETCHEVERRY



BUENOS AIRES

1983



REPUBLICA



ARGENTINA

MINISTERIO DE ECONOMIA  
SUBSECRETARIA DE MINERIA

---

ANALES XX

# LOS YACIMIENTOS DE MINERALES NO METALIFEROS Y ROCAS DE APLICACION DE LA REGION NOA

(Provincias de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta y Tucumán)

ISIDORO SCHALAMUK, RAUL FERNANDEZ Y RICARDO ETCHEVERRY



BUENOS AIRES

1983



REPUBLICA



ARGENTINA

*Ministro de Economía*

Dr. Jorge Wehbe

*Secretario de Industria y Minería*

Ing. Luis Felipe Gottheil

*Subsecretario de Minería*

Geólogo Dr. Jorge Ricardo Cuomo

*Director Nacional del Servicio Minero Nacional*

Geólogo Dr. Oscar Valentín Reverberi

SUBSECRETARIA DE MINERIA

SANTA FE 1548 - 1060 - BUENOS AIRES



## INDICE GENERAL

	Pág.
Introducción .....	5
Consideraciones generales acerca de la región del NOA .....	7
1. Ubicación, población, recursos .....	7
2. Rasgos fisiográficos .....	7
3. Rasgos geológicos .....	9
4. Yacimientos, distritos, zonas mineras .....	12
5. Reservas. Posibilidades .....	16
<b>MINERALES NO METALIFEROS .....</b>	<b>33</b>
1. Andalucita .....	33
2. Arcilla y caolín .....	34
3. Asbesto (Amianto) .....	49
4. Azufre .....	53
5. Baritina .....	58
6. Boratos, sal común, sal de roca, carbonato y sulfato de sodio .....	71
7. Cuarzo, feldespato y mica .....	102
8. Diatomita .....	114
9. Fluorita .....	117
10. Fosforita .....	121
11. Grafito .....	122
12. Granate .....	125
13. Ocre .....	126
14. Pirofilita .....	127
15. Rodocrosita .....	131
16. Sillimanita .....	133
17. Yeso .....	134
<b>ROCAS DE APLICACION .....</b>	<b>143</b>
1. Arena y canto rodado .....	143
2. Caliza y dolomita .....	150
3. Granito .....	170
4. Mármol .....	174
5. Materiales volcánicos .....	187
6. Piedra Laja .....	191
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>197</b>
<b>INDICE de los recursos por provincia .....</b>	<b>205</b>
<b>INDICE alfabético según minas, canteras, localidades, regiones y empresas .....</b>	<b>205</b>



## INTRODUCCION

El presente trabajo ha sido ejecutado en cumplimiento del convenio suscripto por la Secretaría de Estado de Minería con la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, a través del personal de la Cátedra de Geología de Yacimientos; constituye la prosecución de los trabajos de similares características llevados a cabo en las regiones de Patagonia-Comahue y Centro-Cuyo, realizados por esta casa de altos estudios con la finalidad de contribuir con un mejor y actualizado conocimiento acerca de los recursos minerales del territorio nacional.

El resultado del convenio, suscripto en octubre de 1979, se presenta en este estudio que incluye "Los Yacimientos No Metalíferos y Rocas de Aplicación de las provincias de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta y Tucumán", vale decir de la región del noroeste argentino (NOA). Pretende constituir una obra de orientación y consulta, de utilidad tanto para el estudioso como para aquellas personas o entidades relacionadas de una u otra manera con el quehacer minero. Con esa finalidad se consignan las principales concentraciones de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región considerada, con especificación de sus características y calidad de los materiales, posición geológica y genética, reservas, tenores, grado de explotación y destino de la producción.

Para su preparación se recurrió a la consulta de los numerosos estudios e informes efectuados sobre el particular, publicados o inéditos, realizados por organismos nacionales, provinciales e incluso por empresas privadas. En tal sentido se consultaron trabajos del actual Servicio Minero Nacional, Dirección General de Fabricaciones Militares, Banco Nacional de Desarrollo, Consejo Federal de Inversiones, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires, Instituto Miguel Lillo, Universidad de Salta, Dirección Provincial de Minería de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta y Tucumán, diversas empresas privadas, además de la revista de la Asociación Geológica Argentina y otras publicaciones.

Con el aporte de los datos bibliográficos que abarca prácticamente todos los materiales tratados y con la nómina de los yacimientos activos, que se obtuvieron tanto en la Dirección Nacional de Economía Minera como en las direcciones provinciales de Minería, se programaron diversas giras, que totalizaron 11 con siete meses de campaña efectiva, a través de las cuales se relevaron 205 propiedades entre minas y canteras, la mayoría de ellas en explotación o temporariamente inactivas.

La suma de datos, análisis y observaciones recogidos se volcaron siguiendo el mismo ordenamiento estructurado para los trabajos publicados que se refieren a Patagonia-Comahue y Centro-Cuyo; esto es integrado por una primera parte, breve, de carácter general, que reseña entre otros los rasgos fisiográficos y geológicos de las unidades morfoestructurales que componen la región del NOA, yacimientos, distritos o zonas mineras, producción y reservas, posibilidades;

y una segunda parte descriptiva compuesta de 23 capítulos, de los cuales 17 corresponden a los minerales no metalíferos y 6 a las rocas de aplicación, ordenados alfabéticamente. En la introducción de cada uno de los capítulos se resumen los caracteres geológicos y mineralógicos del material considerado, señalando el producido y destino y el respectivo aporte de cada una de las provincias que intervienen, en caso de registrar actividad, haciendo referencia a la evolución experimentada por quinquenio desde 1965 hasta 1979, como asimismo, en algunos casos, el total del producto explotado, para luego considerar los yacimientos en sí ordenados por provincias.

Al abordar cada uno de los yacimientos se señala la localización geográfica y geológica del mismo, así como las características del emplazamiento de la mineralización, calidad del mineral o roca, leyes, grado de laboreo, plantas de tratamiento o beneficio si los hubiere y ritmo de producción. Se ha tratado de presentar un panorama global de los depósitos minerales incluyendo análisis químicos de muestras obtenidas en el transcurso de las giras o extraídas de la bibliografía, aspectos tecnológicos referidos a las características físicas de algunos materiales y eventualmente descripciones petrográficas y mineralógicas. Como material ilustrativo se acompañan al texto 12 Cuadros y 39 Figuras.

Esta obra incluye no sólo las minas y canteras en explotación, sino también aquellas inactivas que por sus características o naturaleza del mineral o roca, revisten interés geológico-minero. Así, el total de yacimientos a que se refiere este trabajo asciende a la cifra de 360.

Los autores quieren destacar y dejar sentado su más sincero agradecimiento al Ing. Victorio Angelelli, Profesor Emérito de la Universidad Nacional de La Plata, por alentar la realización y supervisar constantemente el trabajo, aportando en todo momento valiosa información y puntos de vista, fruto de su notoria y dilatada experiencia.

Asimismo queremos expresar nuestro agradecimiento a los Dres. Oscar Reverberi, Juan Aspilcueta y Juan C. Fernández Lima, por la oportunidad que se nos brindó para realizar el trabajo y por el apoyo prestado durante su ejecución. También queremos agradecer al Dr. A. Jutorán por la cooperación proporcionada, y a los colegas R. Alonso, M. Rascovsky, R. Faroux y H. Lacreu, por las facilidades prestadas en campaña; al personal de las distintas direcciones provinciales de minería, por el aporte de información y atenciones recibidas; a Boroquímica SAMICAF, Soc. Min. Pirquitas y Minera TEA por el apoyo prestado en campaña; al personal del laboratorio químico del Servicio Minero Nacional, por la realización de numerosos análisis; a la Arq. Adriana González por la confección del material gráfico y a Julia Surache y Mabel Mateos por el dactilografiado del texto, y finalmente a empresas mineras y a toda persona que de una u otra manera han contribuido a la elaboración del presente trabajo.

LA PLATA, Diciembre de 1981.

Ricardo Etcheverry

Raúl Fernández

Isidoro B. Schalamuk



## CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DE LA REGION DEL NOA

### 1. UBICACION, POBLACION, RECURSOS

La región a que se refiere el presente trabajo ocupa el extremo noroeste de nuestro país y comprende las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán y La Rioja. El área total que cubre la entidad es de 421.165 km<sup>2</sup>, siendo Salta la provincia de mayor superficie, seguida en orden decreciente por Catamarca, La Rioja, Jujuy y Tucumán.

Según el Censo Nacional del año 1980 el NOA cuenta con una población de 2.408.495 habitantes, con una densidad media de 5,72 por km<sup>2</sup>. Su distribución y grado de crecimiento se indica en el siguiente cuadro:

	Superficie en km <sup>2</sup>	Población	Densidad por km <sup>2</sup>	Porcentaje de crecimiento 1970-1980
Salta	154.775	662.369	4,28	29,9
Catamarca	100.967	206.204	2,04	19,7
La Rioja	89.680	163.342	1,82	19,9
Jujuy	53.219	408.514	7,67	35,1
Tucumán	22.524	968.066	42,97	26,4

Una amplia red vial, de cerca de 2.000 km de caminos pavimentados y del orden de los 3.500 de mejorados y consolidados, cubre la región que nos ocupa, integrada por rutas nacionales y provinciales; las que sirven de acceso a la misma son las nacionales n° 9, 16, 34, 38, 40 y 60, que permiten la conexión con distintos centros productores de minerales y rocas de aplicación y su transporte hacia estaciones de embarque y lugares de consumo. A través de las rutas nacionales 51, 59 y 60 se accede desde el territorio del NOA a la República de Chile y mediante las rutas 9, 34 y 50 se conecta con Bolivia.

Los caminos secundarios son en general precarios, dada las características topográficas y climáticas existentes; frecuentemente consisten en simples huellas de vehículos debido al escaso mantenimiento y a la reducida transitabilidad.

Otro medio de transporte lo constituye el Ferrocarril Nacional General Belgrano que cruza la región y que moviliza buena parte de los minerales o rocas que se producen. La red ferroviaria registra varios ramales estableciendo conexión con Chile a través del ramal Socompa (Salta-Antofagasta) y con Bolivia mediante el ramal La Quiaca.

Finalmente, como otro medio de movilidad o transporte, cabe citarse a las distintas rutas aéreas, de cabotaje o internacionales, que vincula el extenso territorio que consideramos.

En suma, en base a lo señalado, puede decirse que la región del noroeste argentino cuenta con una infraestructura básica de comunicación y transporte. Los caminos secundarios en ejecución y aquellos de fácil conservación, completan una red que enlaza gran parte de la región.

En lo que concierne a la potencialidad económica de esta vasta porción de territorio argentino debe

señalarse, además de los recursos mineros que se consignan en este trabajo, aquellos de naturaleza metálica y que reviste gran importancia, especialmente los referidos al plomo, plata, cinc, cobre, estaño y hierro; y entre los combustibles el petróleo y el gas, presentes en ambiente de las Sierras Subandinas.

Menester es destacar su riqueza en el campo de la agricultura, especialmente en lo que hace al cultivo de caña de azúcar, vid, legumbres (arveja, porotos), olivos y tabaco. Asimismo su perfil industrial se basa principalmente en la transformación de la producción agropecuaria y forestal, además de la relacionada con la actividad minera.

### 2. RASGOS FISIOGRAFICOS

Desde el punto de vista orográfico y geológico, el NOA está integrado por las siguientes unidades morfoestructurales: Puna, Cordillera Oriental, Sierras Subandinas, Sierras Pampeanas, Sistema del Famatina, y escasa participación de la Precordillera y Cordillera Frontal.

**Puna.** Se trata de una extensa unidad ubicada en el ángulo noroeste de la Argentina, y constituye la prolongación meridional del altiplano peruano-boliviano, extendiéndose hasta el extremo noroeste de la provincia de La Rioja. Abarca una faja que cubre la porción centro-occidental de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, y una pequeña fracción noroccidental de La Rioja.

Geográficamente es una altiplanicie con una altura superior a los 3.500 m. Se caracteriza por presentar un clima árido (ambiente semi-desértico a desértico), cordones con alineación meridiana a submeridiana, que corresponden a bloques fallados y sobreelevados, y amplias cuencas endorreicas ocupadas por salares, salinas o lagunas, que identifican la región.

En el paisaje se destacan edificios volcánicos, estratovolcanes, cuyos picos se elevan hasta casi los 7.000 m s.n.m. y que tuvieron su origen durante la intensa actividad volcánica acaecida durante el Terciario y Cuartario. Como restos de esa actividad eruptiva, además de los volcanes en sí, en su mayor parte apagados, de las coladas de rocas volcánicas y de sus cenizas que cubren amplias áreas, cabe señalar la existencia de actividades fumarólicas o de fuentes hidrotermales como últimos testigos.

Los estratos volcanes cenozoicos configuran una gigantesca cordillera que establece el límite argentino-chileno. Mientras la porción oriental se halla conformada en su mayor parte por sierras y salares, jalona das al este por altos cordones.

Las mayores alturas corresponden a los picos de los cerros Bonete (6.872 m) y Pissis (6.779 m) en La Rioja; Ojo del Salado (6.637 m), Incahuasi y Galan (6.600 m) en Catamarca; Llullaillaco (6.723 m), Queva (6.130 m) y Socompa (6.031 m) en Salta y Zapaleri (5.643 m) en Jujuy.

Las unidades orográficas más sobresalientes corres-



ponden, entre otras, a las sierras de Escaya, Santa Catalina, Huaytiquina, Tusaquillas en Salta y Jujuy; Antofalla, San Buenaventura, Calalaste en Catamarca; y partes de las sierras de Veladero y de La Punilla en La Rioja.

Como consecuencia de la intensa desagregación mecánica de las rocas, propio del clima frío continental, el relieve de los sectores montañosos resulta muy áspero, con formas de hongos y grandes escoriales al pie de los cerros.

La Puna presenta vastas áreas deprimidas, cercadas por elevaciones, algunas de considerable extensión regional, ocupadas por lagunas y salares, que representan un elemento característico del paisaje desértico y que revisten significativa importancia económica por sus reservas en cloruros, boratos y sulfatos. Entre las principales cuencas deben citarse a las Salinas Grandes y Pocitos (con casi 300 km<sup>2</sup>), Hombre Muerto (600 km<sup>2</sup>), Arizaro (1.500 km<sup>2</sup>), Antofagasta (500 km<sup>2</sup>), además de otras como Río Grande, Rincón, Cauchari, Centenario y Laguna Brava.

*Cordillera Oriental.* Esta entidad se halla adosada al borde oriental de la Puna, extendiéndose a modo de angosta y elevada faja submeridiana desde el límite argentino-boliviano hasta la latitud algo al sur de la ciudad de Tucumán, hacia el este pasa transicionalmente hacia la unidad conocida como Sierras Subandinas, y hacia las sierras Pampeanas por el sur. La comarca comprende el extremo austral de la larga faja andina que comprende la cordillera Oriental del Perú y las cordilleras Central y Oriental de Bolivia.

La unidad geográfica que consideramos, de relieve abrupto, registra una estructura de pliegues volcados y fracturados; está integrada por una serie de cordones que se extienden en dirección NNE-SSO. Entre ellos se intercalan profundos valles y angostas quebradas (surcos fluviales). Entre los altos cordones merecen mencionarse la sierra de Santa Victoria, la de Aguilar (5.500 m) y los nevados de Chañi (6.200 m) y de Acay (6.380 m) en Jujuy y el de Cachi en Salta.

La red de drenaje se halla bien desarrollada con los ríos Grande, Toro, Calchaquí y Guachipas, entre otros, todos ellos integrantes de la cuenca del Plata.

*Sierras Subandinas.* Entre la Cordillera Oriental y la región denominada "Chaco-salteño" se extienden las Sierras Subandinas ocupando parte de las provincias de Salta y Jujuy hasta alcanzar el límite con la provincia de Tucumán.

Se trata de sierras bajas, que por lo general oscilan entre los 1.000 a 1.500 m, sin superar los 3.000, que se alinean en sentido NNO-SSE. Las principales sierras son: Zapla, Tartagal, Calilegua, Centinela, Porongal, Maíz Gordo y cerro Remate.

Dicha unidad se caracteriza por la variedad y complejidad de los estilos tectónicos, diferenciándose diversos tipos de plegamientos que afectan tanto a los terrenos más modernos como a los más antiguos infra-yacentes. Predominan los pliegues amplios, suaves y asimétricos; las fracturas que afectan el basamento proterozoico son del tipo inverso similar a los de la Cordillera Oriental.

La red hidrográfica participa de la cuenca del Plata, siendo sus cursos principales los ríos Bermejo, Tarija, Juramento y Salado.

*Sierras Pampeanas.* Aquí nos referiremos al grupo noroccidental de Sierras Pampeanas, que está deter-

minado por los cordones montañosos que se erigen al oeste de la provincia de Tucumán, sur de Salta, centro y sur de Catamarca y gran parte de La Rioja.

Esta importante y dilatada área del territorio que consideramos comprende dos elementos geográficos muy distintos: las sierras y las planicies; las sierras son de bloques elevados y delimitados por sendas fallas de extensión regional; normalmente muestran suaves pendientes al oriente y otra abrupta hacia el occidente. Las planicies quedan completamente encerradas por sierras formando bolsones o valles y se caracterizan por su relieve plano y por carecer, por lo general, de desagüe al exterior. Se destacan, entre otros, los conocidos como campos del Arenal, de Pipanaco, de Talam-paya, de Los Llanos de La Rioja, y el valle de Vinchina.

Entre los sistemas orográficos más importantes podemos mencionar el sistema del Aconquija, con los nevados de Cerrillos (5.500 m), del Condado (5.450 m) y cerro Bolsón (5.550 m), con las cumbres Calchaquíes al norte y las sierras de Capillitas, Belén, Atajo y Fiam-balá hacia el oeste y como desprendimientos meridionales las serranías de El Manchao-Ambato, Alto-Ancasti y la sierra Brava.

Al poniente de las cumbres Calchaquíes y del Aconquija, se levanta otro poderoso cordón que lleva el nombre de sierra de Cajón o Quilmes y el de Chango Real.

En su porción centro-occidental se destacan las sierras de Velasco, y entre los más occidentales en la provincia de La Rioja el de Toro Negro, Cumichango y Umango. Al sur se prolonga con las sierras de Chepes, de Los Llanos y Ulapes.

Los cursos de agua son tributarios de la cuenca del Plata y entre los más importantes corresponde citar a los ríos Salí-Dulce, Juramento-Salado, Vinchina-Bermejo y el Santa María.

*Sistema del Famatina.* Con el nombre de sierra de Famatina o sistema de Famatina se designa un conjunto de sierras que incluye el nevado que le da el nombre. El citado eje orográfico ocupa una faja alargada de rumbo NNO-SSE que cubre la fracción central de la provincia de La Rioja y sur de Catamarca. En su borde septentrional está limitando al noroeste por la sierra de Narvaez-Las Planchadas, cerro Negro de Rodríguez y en el austral por las sierras de Paganzo, Vilgo y Sañogasta. En general se caracteriza por presentar un relieve de bloques volcados y plegamientos suaves.

Las mayores alturas corresponden al cerro Gral. Belgrano con 6.421 m y el cerro Negro Overo con 6.050 metros.

*Precordillera.* El extremo septentrional de esta unidad morfoestructural se halla representada en la provincia de La Rioja, como culminación de la sucesión de cordones que se extienden desde Mendoza y atravesando San Juan, en dirección submeridional, alcanza territorio riojano.

El elemento más destacado de la Precordillera riojana es la sierra de La Punilla, que se extiende desde el límite sanjuanino hasta las proximidades del cerro Leoncito. En esa latitud comienza a confundirse con el ambiente de la Puna.

El principal curso de agua de la región precordillerana lo constituye el río Blanco que tiene sus nacientes en el extremo septentrional de la Cordillera Frontal, y el río Bonete que tributa en el Bermejo.



**Cordillera Frontal.** La unidad, escasamente representada en la región considerada, limita al este con la Precordillera y junto a ésta constituye un solo bloque que pasa transicionalmente al borde austral de la Puna. Esta transición queda bien evidenciada en las zonas de Comecaballos, Pircas Negras y en la laguna Brava, que se localizan al oeste de la localidad de Jagüé en La Rioja.

Está integrada por una serie de cordones de rumbo meridional a submeridional, con cotas que en algunos casos superan los 5.000 m de altura. En general revelan un estilo tectónico complejo, más complicado de lo que refleja la Precordillera y a su vez se diferencia de ésta por no registrar las facies carbonáticas tan comunes en las formaciones eopaleozoicas de la Precordillera.

Los ríos que cruzan la cordillera Frontal, tanto los cursos permanentes como transitorios, participan del sistema hídrico del río Bermejo-Desaguadero.

### 3. RASGOS GEOLOGICOS

En este acápite se tratará de proporcionar una visión panorámica, muy generalizada, acerca de los diferentes ambientes geológicos en que se emplazan los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación que se abordan en este trabajo.

Del conjunto de unidades morfoestructurales que integran la extensa región del NOA, y que fueron descriptas precedentemente, corresponde señalar a la Puna, Sierras Pampeanas y Cordillera Oriental como aquellas entidades que albergan mayor proporción de los minerales o rocas que aquí se consideran; menor es la participación en ese sentido de las sierras Subandinas, Precordillera y sistema del Famatina, y casi nula en lo que concierne a la cordillera Frontal.

Siguiendo los conceptos e ideas expuestos por diferentes autores, a continuación se presenta, en una muy apretada síntesis, los distintos terrenos geológicos que integran las unidades que hemos hecho referencia.

**Sierras Pampeanas:** Los terrenos precámbricos, que constituyen el basamento cristalino, fueron depositados en ambientes de cuencas marinas tipo geosinclinales, con deposición de materiales areno-arcillosos y sedimentos carbonáticos; los mismos fueron afectados por una intensa deformación y metamorfismo regional, en una o varias fases, e intruidos por rocas ácidas, básicas y ultrabásicas, y con invasión granitizante (sintectónica) con migmatización y emplazamiento de plutonitas. Estos eventos dieron origen a un complejo ígneo-metamórfico. Finalmente, se produce el ascenso de la región a través de la orogenia del Precámbrico y a fines del Terciario; durante la última fase de la orogenia andina, se produce el fallamiento y elevación de las rocas de basamento en bloques tectónicos, dando lugar a la sucesión de cadenas montañosas.

Las sierras que pertenecen a esta unidad morfoestructural y que ocupan parte de las provincias de Tucumán, Catamarca, La Rioja y Salta, registran potentes paquetes de metamorfitas (esquistos, gneises, etc.), calizas-dolomías, etc., con participación de cuerpos básicos a ultramáficos, e intruidos por granodioritas, granitos y pegmatitas, cuya edad se atribuye en algunos casos al Precámbrico, y otros al Paleozoico inferior hasta el superior.

Sobre el basamento cristalino, en ciertos lugares, apoyan sedimentos continentales del Paleozoico supe-

rior (Carbónico-Pérmico), del Mesozoico (Triásico y Cretácico) y el Cenozoico.

De los elementos citados cabe señalar el aprovechamiento de las *calizas* y *dolomías* que en grandes cuerpos se distribuyen, principalmente, en la ladera oriental de la sierra de El Alto o Ancasti (Catamarca) y asimismo considerables son las concentraciones de *caliza cristalina* en el Morro de Peñas Azules (Tucumán). Cuarzo, feldespato y mica forman parte de los cuerpos pegmatíticos y filones cuarzosos que se hallan distribuidos ampliamente en el basamento de las sierras. El *cuarzo* se aprovecha en la serranía de Sijan (Catamarca), mientras la *mica* se explota en diversos sitios, preferentemente en la sierra de Quilmes (Tucumán), del Alto y Ambato (Catamarca). Relacionados a cuerpos diaquísticos se presentan acumulaciones de *andalucita* en el faldeo occidental de la sierra de Ambato; *granates* en esquistos de la sierra de Uman-go y *grafito* en metamorfitas de la Formación Espinal en la sierra de La Ramadita (La Rioja). En relación con intrusiones de granitos se cita *fluorita* alojada en dichas rocas en la sierra del Alto o Ancasti (Catamarca). Concentraciones de *asbesto* (amianto) contenidos en cuerpos serpentínicos que intruyen a la Formación Espinal, se presentan en el Bolsón de Jagüé y Valle Hermoso, La Rioja, y en La Mesada, Catamarca. En ámbito de la sierra de Los Llanos, se aprovechan *rocas gábricas* de la Formación Tama ("granito negro").

Los sedimentos continentales que apoyan discordantemente sobre el basamento cristalino y que se conocen con el nombre de Estratos de Paganzo, alcanzan su mayor desarrollo en extensión y potencia en la provincia de La Rioja, especialmente los de edad carbónica y pérmica (Pisos I y II). Importantes son las acumulaciones de *arcillas refractarias* localizadas en el Piso I (Formación Lagares) en las cuencas de Patquía-Amaná. Asimismo, en la unidad Punta de Los Llanos, en el distrito Olta-Talva, se explotan como *piedra laja* niveles de areniscas tobáceas y tobas de la F. La Colina (Piso II).

Por último, a cuerpos riolíticos del Terciario (Mioceno), se relaciona el yacimiento cuprífero de Capillitas (Catamarca) cuyos filones son portadores de rodocrosita.

Materiales mesozoicos están representados escasamente en Sierras Pampeanas; el Triásico (Piso III de los Estratos del Paganzo), registra los afloramientos más significativos en el centro-oeste de la provincia de La Rioja. El Cretácico, con las Formaciones Pirgua y Yacoraite, sólo muestra afloramientos poco desarrollados en la parte norte de las Sierras Pampeanas.

Los estratos de edad terciaria se hallan ampliamente distribuidos, en la unidad que consideramos, como afloramientos remanentes de una cubierta continental de gran difusión, con ambientes fluvio lacustres; los mismos albergan concentraciones aprovechables de arcillas decolorantes y diatomitas en el área de Tinocán, norte de La Rioja, y yeso en las localidades de Patquía, Los Colorados, Chamical en La Rioja, y El Jumeal en Catamarca.

Cuerpos intrusivos de variada composición y asignados al Paleozoico superior contienen acumulaciones de *fluorita* en el cerro Chus-Chus y de *baritina* en el distrito Talampaya, La Rioja.

**Puna.** Importante unidad en lo que concierne a la movilización de minerales no metalíferos y rocas de



aplicación, en especial en lo que hace a la producción de boratos, en razón de ser la única región morfoestructural que cuenta con yacimientos de esos minerales.

Geológicamente la región se caracteriza por la presencia de rocas metamórficas, de origen marino, especialmente esquistos, cuarcitas y filitas, intruidas por rocas de naturaleza granítico-tonalíticas, de variados tamaños, y escasos cuerpos pegmatíticos. Discordantemente se disponen sedimentos marinos atribuidos al Cámbrico (Grupo Mesón), con escaso desarrollo en el borde oriental de la Puna. El Ordovícico (F. Acoite) tiene una amplia distribución en el sector central de la unidad; se presenta en grandes extensiones y en potentes estratos, constituyendo afloramientos muy conspicuos, integrados por lutitas gris verdosas, con intercalaciones de areniscas micáceas silicificadas.

Rocas sedimentarias de origen marino y cuerpos ígneos intrusivos se asignan con dudas al Silúrico (F. Oire). Las rocas ígneas de composición granodiorítica a pórfido riódacítico se hallan bien expuestas a lo largo de una extensa faja en la Puna oriental. Durante el Devónico la altiplanicie fue cubierta parcialmente en forma transgresiva, registrándose sedimentos finos y areniscas cuarcíticas en afloramientos restringidos en el sector oeste del salar del Rincón. Rocas sedimentarias que se asignan al Carbónico se mencionan en pequeños afloramientos en las inmediaciones del salar del Rincón; asimismo se identifican cuerpos intrusivos tentativamente atribuidos a ese período. Se trata de complejos ígneos ácidos que en ámbito de la Puna se incluyen en distintas formaciones (F. Pocitos; F. Arita; F. Taca-Taca, etc.). Reducidos afloramientos de areniscas calcáreas, dispuestas en bancos finos, localizados al sur del cerro Rincón, se atribuyen al Pérmico.

En la comarca el Mesozoico está representado por el Cretácico superior con el Grupo Salta, que muestra una distribución restringida en el sector septentrional de la Puna, integrado por un espeso complejo sedimentario de origen continental y marino; sólo se ha reconocido la F. Pirgua compuesta por areniscas rojizas y conglomerados, y la F. Yacoraite, por calizas oolíticas, dolomíticas y arenosas.

El Cenozoico se caracteriza por la presencia de sedimentos depositados en un ambiente continental, bajo clima árido, y un vulcanismo que cubre gran parte del relieve puneño. Los sedimentos continentales constituyen el grupo Pastos Grandes, que se disponen discordantemente sobre sedimentos del grupo Salta; aflora en numerosas localidades con espesores de hasta más de 4.000 m. Está integrado por la F. Geste, en su base, con predominio de areniscas rojas y conglomerados; la F. Pozuelos, representada por areniscas de grano mediano a fino con intercalaciones de conglomerados y por último la F. Sijes, que asienta concordantemente sobre la F. Pozuelos, se halla formada por una secuencia de arcillas y limolitas con intercalaciones tobáceas. Reviste gran interés dado que entre sus sedimentos rojos se disponen gruesos bancos de boratos, sal de roca y yeso. De particular importancia son las concentraciones de tinkal, ulexita, hidroboracita, colemanita, etc., que constituyen amplios depósitos. Acumulaciones de tinkal se vienen aprovechando, a gran escala en el yacimiento Tincalayu (Salta), destacándose también concentraciones prácticamente vírgenes, de los yacimientos denominados Monte Amarillo, Mon-

te Azul, Monte Blanco, etc., emplazados en las cercanías de Sijes (Salta); asimismo enormes son los cuerpos de sal de roca que se localizan en las cercanías de Tolar Grande y Sijes (Salta), que son motivo de aprovechamiento.

Durante la depositación de los sedimentos del grupo Pastos Grandes (Plioceno) se inició el gran aporte del vulcanismo, primeramente ácido, luego intermedio y finalmente básico. Las lavas dacíticas y sus tobas, en forma de coladas y con estructura ignimbrítica, fueron extruidas a lo largo de fisuras submeridianas. Los estratovolcanes andesíticos se originaron durante el Pleistoceno y se dispusieron con rumbos predominantemente N-S. Los basaltos constituyen la última manifestación de rocas volcánicas, rellenando depresiones o erigiendo edificios volcánicos bien conservados.

La intensa actividad volcánica con su correspondiente acción póstuma, con emanaciones y vertientes boracíferas y calcáreas, dio lugar a la formación de los distintos boratos, cloruros, sulfatos y carbonatos de sodio que se localizan en las diversas cuencas endorreicas de la altiplanicie. Acumulaciones de interés se localizan en los salares y salinas, tales como las Salinas Grandes, Cauchari-Olaroz (Jujuy); salar de Pocitos, del Rincón, Río Grande, Centenario, Pastos Grandes, etc. (Salta).

Relacionado con el vulcanismo póstumo deben señalarse las concentraciones de caliza travertínica y mármol ónix, cuyos yacimientos más importantes se emplazan hacia el sur del salar de Arizaro (zona de Arita) y en el área de Catua-Huaytiquina. Asimismo las importantes concentraciones de perlitas, como producto volcánico, se explotan en diversos lugares del departamento Los Andes, Salta, en la zona de Quirón y otros, así como los granulados volcánicos en la zona de Socompa.

Varios son los yacimientos y manifestaciones de azufre que se ubican en un ambiente netamente volcánico y que se vinculan con procesos de exhalación o sublimación en solfataras y cráteres durante el Terciario superior-Cuaternario. El yacimiento de mayor importancia, actualmente inactivo, lo constituye la mina "Julia", en el faldeo sudoriental del cerro Estrella, en la frontera con Chile.

**Cordillera Oriental.** La comarca contiene un basamento precámbrico constituido por sedimentos pelíticos afectados por un metamorfismo de bajo grado, que dio lugar a esquistos cuarcíticos, filitas y pizarras. El paquete de metamorfitas, que supera en algunos sectores los 2.000 m de espesor, está representado por la F. Puncoviscana. Esta unidad formacional, atribuida al Precámbrico con dudas, aflora en la mayor parte de la provincia geológica que consideramos. Asimismo rocas intrusivas, preferentemente granodioríticas, aflorantes en la sierra de Santa Victoria, en el área del Nevado de Chañi, y en otros lugares, se les asigna una edad precámbrica. Es dable señalar que infrayacen a la F. Puncoviscana sedimentos calizos de la F. Las Tienditas y de la F. Volcán; estas últimas afloran en la localidad homónima y son objeto de explotación.

El Paleozoico está integrado por el grupo Mesón (Cámbrico), que apoya discordantemente sobre los esquistos precámbricos. Se trata de una sucesión de areniscas, lutitas alternantes, bancos conglomerádicos, aflorantes en grandes extensiones y con potencias ele-



vadas, producto de sedimentación marina, rápida, de aguas poco profundas. Los sedimentos ordovícicos muestran amplia distribución en la porción norte de la unidad, con grandes espesores, que descansan discordantemente sobre sedimentos cámbricos o elementos precámbricos, integrados por lutitas, areniscas y margas, que constituyen el Grupo Santa Victoria, con las Formaciones Santa Rosita y Acoite. En los primeros cordones occidentales de la Cordillera Oriental, se localiza el distrito barítico Alumbrión, cuyos cuerpos mineralizados se alojan en sedimentos atribuidos al Paleozoico inferior (Cámbrico-Ordovícico); eso mismo acontece con los yacimientos del mismo mineral existentes en el cerro Gigante, en la provincia de Jujuy, y en la sierra de Santa Victoria ("Mono Abra"), Salta.

Cuerpos intrusivos, granito-tonalíticos y rocas hipabisales alcalinas intruyen a los sedimentos cámbrico-ordovícicos presentes en los alrededores de La Quiaca y en el área del yacimiento de "Aguilar", que se asignan al Silúrico. Sedimentos de esta edad tienen una distribución limitada, integrados preponderantemente por lutitas y areniscas de variada granometría. Materiales pertenecientes a la transgresión devónica están restringidos a la parte oeste de la unidad, con desarrollo limitado, compuestos especialmente por areniscas silíceas interestratificadas con lutitas. Los sedimentos gondwánicos (Carbónico-Pérmico) están escasamente representados en la provincia geológica, con asomos reducidos de diamictitas.

La secuencia Mesozoica está representada por el Grupo Salta, del Cretácico, integrado por sedimentos de origen terrestre y marino, conformado por la F. Pírgua, esencialmente conglomerádica; la F. Lecho, que cubre a la anterior con areniscas y conglomerados calcáreos; la F. Yacoraite, compuesta por calizas oolíticas con areniscas intercaladas, y la F. Santa Bárbara, con escasos afloramientos de areniscas margosas y margas. Depósitos calcáreos de la F. Yacoraite son objeto de explotación en La Merced y Palomitas, en la provincia de Salta.

**Sierras Subandinas.** En esta entidad afloran rocas precámbricas, metamórficas, preferentemente pizarras, filitas y cuarcitas (F. Medina) que se correlacionan con la F. Puncoviscana, para el ámbito de la Cordillera Oriental y Puna. El Paleozoico se inicia con ortocuarcitas en afloramientos escasos y aislados. El Ordovícico asoma en las sierras de Zapla y Santa Bárbara, representado por sedimentos que gradan de areniscas a pelitas. Discordantemente sobre el Ordovícico apoya el Silúrico-Devónico con una gruesa sucesión de areniscas, lutitas, limolitas y también de diamictitas, en la porción septentrional de la provincia geológica. Terrenos gondwánicos se hallan expuestos en diversos sitios con la participación de "tillitas" y diamictitas.

El Mesozoico, con escasa representatividad de los sedimentos triásicos, tiene su principal elemento en el Grupo Salta, integrado por el subgrupo Pírgua, esencialmente constituido por fangolitas, lutitas y arcillitas, además de areniscas y conglomerados; subgrupo Balbuena con areniscas calcáreas de la F. Lecho y calizas oolíticas, dolomíticas y estromatolíticas de la Formación Yacoraite, y por último el subgrupo Santa Bárbara, cuyo rasgo litológico dominante es la asociación

de fangolitas y limolitas. Calizas de la F. Yacoraite se explotan en la sierra de Puesto Viejo (Jujuy).

Los depósitos terciarios son sumamente potentes, relleno de depresiones de hasta 8.000 m de espesor, y están representados por las denominadas "Areniscas superiores" y por el "Terciario Subandino". Material calcáreo oolítico perteneciente a la F. Río Salí (Mioceno-Plioceno) es explotado en la sierra de La Ramada, Tucumán; dicha Formación también es portadora de bancos de yeso que se aprovechan en la cuenca Vicos-Tapia.

Finalmente, es de señalar que *travertino*, *aragonita* y *ónix*, de probable edad pleistocena, se localizan en la ya citada sierra de Puesto Viejo, objeto de explotación.

**Sistema de Famatina.** Esta unidad está caracterizada por registrar sedimentos marinos (vulcano-sedimentarios) del Ordovícico, en parte afectados por metamorfismo regional y de contacto, representados por rocas pelíticas a psamíticas (filitas, pizarras, areniscas, cuarcitas, cornubianitas, conglomerados, etc.), pertenecientes a la F. Negro Peinado, con afloramientos amplios y potentes; la F. Suri, Formada principalmente por lutitas y areniscas, y la F. Molle, de menor extensión y con afloramientos esporádicos, constituida esencialmente por areniscas arcillosas rojas.

En el faldeo occidental del Famatina, en las quebradas de Chushín y del Cosme, se localizan en esquistos ordovícicos (F. Negro Peinado), fajas de *materiales sericítico-pirofiliticos* que son motivo de explotación.

El Devónico en esta región está identificado por intrusiones graníticas, conocidas como F. Ñuñorco, destacándose además efusiones dacíticas y riolíticas que apoyan en discordancia sobre sedimentos del Ordovícico. Es de señalar también la presencia de granitos conocidos como F. Narvaz, asignados al Precámbrico por algunos autores y Silúrico-Devónico y hasta más modernos por otros.

Gruesos paquetes continentales del Paleozoico medio y superior asientan sobre los elementos citados anteriormente; los mismos corresponden a los conocidos Estratos de Paganzo (Pisos I y II). El Mesozoico está representado, en el faldeo oriental de la unidad morfoestructural, por la denominada F. Creston, de posible edad cretácica, conformada por conglomerados, areniscas y arcillitas, predominantemente. Al Cenozoico pertenecen sedimentos continentales, con intercalaciones de margas y pelitas de origen lacustre, intrusiones dacíticas y areniscas tobáceas de granometría variable. Calizas hidatógenas (travertinos), del Pleistoceno-Holoceno, se emplazan en amplios cuerpos en el faldeo occidental de la unidad. A ambos márgenes del río Amarillo, producto de sedimentaciones lacustres, modernas, se registra una sucesión alternante de material arcilloso y capitas de ocre amarillos de pocos milímetros a 2-3 cm de espesor que se los aprovecha.

**Precordillera.** El cuadro geotectónico de esta unidad corresponde a un geosinclinal con secuencias de grauvas, calizas y lutitas. Destacada es la participación de sedimentos del Paleozoico inferior, medio y superior, a la vez que otros mesozoicos y terciarios.

En ámbito de la provincia de La Rioja, extremo septentrional de la unidad, se destacan las conocidas acumulaciones de *calizas* y *dolomías* del Ordovícico representadas por la F. San Juan, que a modo de una



amplia faja se extiende desde el cerro Perico, en San Juan, hasta el río Guandacol, en La Rioja. Se trata de un potente complejo de bancos que revisten importancia como reservas de material carbonático.

Asimismo la *baritina* con minerales de plomo y cinc del área del cerro Urcushun, de naturaleza probablemente singenética, se emplaza en calizas de la F. San Juan y entre éstas y areniscas de la F. Volcán asignada al Carbónico.

Afloramientos de rocas devónicas de ambiente de depositación marina y también terrígena se localizan en la Precordillera riojana. Asimismo bancos carbónicos integrados por sedimentos de ambiente preferentemente continental se detecta en conspicuos afloramientos en esta unidad. En lo que respecta al Pérmico-Triásico, sus afloramientos están poco representados en la provincia de La Rioja y corresponden a un ambiente exclusivamente continental. Gran desarrollo de sedimentos finos hasta conglomerádicos, pertenecientes al Terciario, se hallan situados en los bordes orientales y occidentales de la porción de la Precordillera que estamos considerando.

**Cordillera Frontal.** Esta estructura no presenta actividad minera en lo que concierne al trabajo que aquí abordamos. La fracción septentrional de la unidad, que penetra en la provincia de La Rioja, comprende formaciones geológicas que se extienden por debajo de los depósitos del Mesozoico que define la Cordillera Principal. Está integrada por un complejo metamórfico y rocas sedimentarias de edad paleozoica inferior y media, sobre las que apoyan en discordancia sedimentitas carbónicas, que ocupan una amplia extensión, con materiales clásticos, de ambiente esencialmente marino. Se destacan también las vulcanitas y plutonitas graníticas variscas. Los elementos citados constituyen el núcleo de la Cordillera Frontal; ese núcleo suele estar cubierto por sedimentitas terciarias continentales que ocupan depresiones intermontanas, y también por lavas y tobas terciarias, dacíticas riolíticas y andesíticas, con intercalaciones basálticas, a la vez que se observan diques y otras intrusiones de lavas de probable edad terciaria.

#### 4. YACIMIENTOS, DISTRITOS, ZONAS MINERAS

Los recursos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región que se considera, acorde con los procesos geológicos-geoquímicos que participaron en su formación, permiten agruparlos de la siguiente manera:

##### a) Minerales no metalíferos

###### I. Ciclo endógeno

1. *Metamórfico-Pegmatítico*: Granate, grafito, andalucita y sillimanita, como mineral participante de esquistos granatíferos y grafiticos los primeros, y concentraciones reducidas originadas por la acción pegmatítica en lo que se refiere a la andalucita y a la sillimanita.
2. *Pegmatíticos*: correspondientes a diferenciados intrusivos-graníticos posttectónicos, portadores de cuarzo, feldespato y mica.
3. *Fumarólico-exhalativos* subaéreos: Azufre, a modo de impregnaciones y relleno de fracturas de materiales piroclásticos.

4. *Hidrotermales*: a partir de soluciones acuosas mineralizadas, como relleno de fracturas, especialmente fluorita, baritina, rodocrosita, pudiéndose incluir aquí aquellos minerales originados por procesos combinados, tal como la acción hidrotermal sobre rocas ultrabásicas que da lugar a los asbestos o la formación de esquistos sericitico-pirofiliticos por efectos de alteración hidrotermal sobre rocas cataclasadas.

##### II. Ciclo exógeno: Relacionados con procesos que tienen lugar en la hidrósfera y atmósfera.

1. *Sedimentarios*: como bancos o lentes en ambientes lacustres o fluvio-lacustres. Arcillas refractarias y varias; diatomitas y ocreas.
2. *Evaporíticos*: depositación en cuerpos de agua por evaporación del solvente. Yeso, sal, común, sal de roca, boratos, sulfato de sodio y carbonato de sodio.

##### b) Rocas de aplicación

1. *De aguas termales bicarbonatadas*: Calizas hidatógenas, bancos o lentes de ónix, aragonita y travertino.
2. *Sedimentarias*: Originados por precipitación química, calizas y dolomías, y por depositación en ambiente continental-lagunar de material piroclástico, capas finas de tobas y areniscas tobáceas (piedra laja).
3. *Metamórficas*: Calizas y dolomías cristalinas (mármoles). Esquistos cuarzo-micáceos, filitas (piedra laja).
4. *Rocas plutónicas*: Rocas graníticas (granito triturado) y gábricas ("Granitos negros") para obtención de bloques.
5. *Materiales detríticos*: Concentraciones de arena y canto rodado, en cauces de ríos y en pie de monte.

En el Cuadro 1 se consigna la edad de formación de los depósitos o ciclos de formación correspondientes a los principales yacimientos o rocas que se abordan en este trabajo; se los agrupa según las unidades morfoestructurales a que pertenecen; de manera similar, en la Fig. 1 se los encasilla por unidad y por ciclo.

En las Figs. 2, 3, 4, 5 y 6 se señala la principal actividad minera de cada una de las provincias que integran el NOA que, agrupados alfabéticamente por materias, permite definir al presente varios distritos o zonas activas, las que a continuación se detallan:

**Arcillas**: Distrito Patquía- Amaná-Los Colorados, y zona de Tinocán, La Rioja.

**Baritina**: Grupo Alumbrión y cerro El Gigante, Jujuy; cerro Urcushun, Guandacol, La Rioja.

**Boratos**: Tincalayu, área del Salar Centenario, Pastos Grandes y Sijes, Salta; Salares de Cauchari y Olaroz, Jujuy.

**Caliza-dolomía**: La Calera, El Cerrito, Esquiú, Albigasta y otras en las sierras del Alto y Ancasti, Catamarca; La Merced-Las Palomas, Salta; El Volcán, Puesto Viejo, Jujuy; y sierra de La Ramada, Tucumán.

**Cuarzo**: Área de Mutquin-Sijan, Catamarca.



## SIERRAS PAMPEANAS

## CUADRO 1

Mineral o Roca	Yacimiento o zona	Tipo de yacimiento Roca	Edad de formación del depósito
GRAFITO	Distrito Villa Union y Qda. del Borracho (La Rioja).	Metamórfico	Basamento cristalino Precámbrico.
GRANATE	Sierra de Umango (La Rioja).	Metamórfico	Basamento cristalino Precámbrico.
ANDALUCITA	"La Dichosa" y otras (La Rioja).	Pegmatitas	Basamento cristalino Precámbrico - Paleozoico inf.
ASBESTO	La Mesada (Catamarca). Bolson de Jagüe y Valle Hermoso (La Rioja).	Hidrotermalismo sobre rocas ultrabásicas.	Basamento cristalino. Precámbrico - Paleozoico inf.
CUARZO	Sijan (Catamarca). Sa. de Mazan (La Rioja) Cerro Quico (Tucumán).	Hidrotermal (hipotermal).	Basamento cristalino. Precámbrico - Paleozoico inf. ?
MICA	Sas. de Graciana, El Tala, Fariñango, Humaya, Andalgala (Catamarca), Bolson de Huaco, Sas. de Mazan y Ambato y Sa. Brava (La Rioja). Sa. de Quilmes (Salta y Tucumán).	Pegmatitas	Basamento cristalino. Precámbrico - Paleozoico inf.
FLUORITA	El Alto (Catamarca) C° Chus-Chus y otras (La Rioja).	Epi - mesotermal	Precámbrico - Paleozoico inf. - Paleozoico sup.
BARITINA	Distritos Talampaya, Bajo de las Minas, Agua Quemada y otras (La Rioja).	Hidrotermal (epitermal).	Paleozoico sup.
ARCILLAS REFRACT.	Patquia - Amaná (La Rioja).	Sedimentario	Carbónico
RODOCROSITA	Capillitas (Catamarca).	Meso-epitermal	Terciario sup.
YESO	El Jumeal (Catamarca). Chamical, Los Coloraditos y Patquia Viejo (La Rioja).	Evaporítico.	Terciario sup.
DIATOMITA	"Paschiñango", área de Tinocán (La Rioja).	Sedimentario lagunar	Terciario sup. - Cuaternario inf.
ARCILLAS DECOL.	"Marta", "Ñuñorco" área de Tinocán (La Rioja).	Sedimentario lagunar	Terciario sup. - Cuaternario inf.
CALIZAS DOLOMIAS (mármoles)	Sa de Ancasti (Catamarca) Peñas Azules (Tucumán)	Metamórfico	Basamento cristalino. Precámbrico - Paleozoico inf.
"GRANITO NEGRO"	Sa de los Llanos, Malanzan, Chapes y otras (La Rioja)	Rocas básicas (gabros y dioritas hornbléndicas).	Basamento cristalino. Precámbrico - Paleozoico inf.
PIEDRA LAJA	La Estancita (Catamarca) Olta (La Rioja)	Metamórfico-sedimentario	Precámbrico - Paleozoico inf. - Pérmico
TRAVERTINO	Santa Cruz y otras zonas	Calizas hidrotermales	Terciario



## SISTEMA DEL FAMATINA.

Mineral o Roca.	Yacimiento o zona	Tipo de yacimiento Roca	Edad de formación del depósito
PIROFILITA	Oda. de Chuschin y del Cosme (La Rioja)	Alteración hidrotermal y dinamometamorfismo.	Ordovícico sup. - Devónico inf.
OCRES	Rio Amarillo (La Rioja).	Sedimentario lagunar	Cuartario.
TRAVERTINO	"Anita" y otras (La Rioja).	Calizas hidatogenas.	Pleistoceno holoceno.

## PRECORDILLERA.

BARITINA.	Distrito Cerro Urcushum-Las Jarillas (La Rioja).	Sedimentario ?- epitermal.	Precarbónico ?- postpérmico.
SAL COMUN	Salina El Leoncito (La Rioja). (1)	Evaporítico	Holoceno - actual.
SULFATO DE SODIO	Laguna Brava (La Rioja). (2)	Evaporítico.	Holoceno - actual.
CALIZAS-DOLOMIAS	Guandacol (La Rioja).	Sedimentario.	F. San Juan (Ordovícico).

1 y 2 Ambientes de transición: Precordillera, Cordillera Frontal-Puna.

## SIERRAS SUBANDINAS.

FOSFORITAS	Sierras de Zapla (Jujuy).	Sedimentario.	Paleozoico inf.
YESO	Puente de Plata (Salta). Cuenca Vipos-Tapia (1) y Sa. de la Ramada (Tucumán) (2)	Evaporitas	Terciario.
SAL COMUN	Timbo	Salmueras	Actuales.
CALIZAS	Puesto Viejo (Jujuy) Palomitas (Salta). Sa. de La Ramada (Tucumán).	Sedimentario	Cretácico sup. (F. Yacoraite). Terciario (F. Río Salí)
TRAVERTINO-ONIX-ARAGONITA.	Puesto Viejo (Jujuy), El Sauce (Salta).	Calizas hidatogenas	Pleistoceno-Holoceno

1 y 2 Ambiente de transición: Sas. Subandinas - Sa. Pampeanas.

## CORDILLERA ORIENTAL.

BARITINA	El Gigante, Grupo Natasia y otras (Jujuy) "Mono Abra" (Salta).	Hidrotermal (epitermal).	Paleozoico inf.
ARCILLAS	Tafna, "Chocote" y "Tacanaite" (Jujuy).	Alteración meteórica	Pleistoceno-Holoceno.
CALIZAS-DOLOMIAS	El Volcán, Agua Chica (Jujuy)-La Merced (Salta).	Metamórfico-sedimentario.	Precámbrico (F. Volcán) Cretácico sup. (F. Yacoraite).
PIEDRA LAJA.	Sa. de Mojotoro (Salta) El Carmen (Jujuy).	Sedimentario	Paleozoico inf.



## PUNA

Mineral o Roca	Yacimiento o zona	Tipo de yacimiento Roca	Edad de formación del depósito.
SILLIMANITA	Tacuil, Cordon Centenario (Salta). Aluvion Cuerno (Catamarca).	Metamorfico de contacto Aluvional.	Silúrico ? - Cuartario.
SAL DE ROCA	Tolar Grande y Sijes (Salta)	Evaporítico.	F. Pozuelos (Terciario sup.).
BORATOS	Tincalayu, Sijes (Salta) - Salares Rato- nes, Centenario y otros (Salta). Salares Cauchari, Olaroz y otros (Jujuy).	Evaporítico	Terciario - Pleistoceno.
DIATOMITA	Catua y Socompa (Salta).	Sedimentario lagunar	Cuartario.
AZUFRE	"Dos Conos", C° Bayo (Catamarca) C° Tuzgle (Jujuy) Corrida del Cori, C° Estre- lla, Lluullaillaco (Salta)	Exhalaciones volcánicas	Pleistoceno.
SAL COMUN	Salinas Grandes (Jujuy) Salares Pastos Grandes, Pocitos, Rincón, Taca-Taca y Salinas Grandes (Salta).	Evaporítico.	Holoceno - Actual.
SULFATO DE SODIO	Salar del Río Grande, de Pocitos (Salta).	Evaporítico	Holoceno - Actual.
CARBONATO DE SODIO	Laguna Geschel ("Santa Maria") (Salta)	Evaporítico	Holoceno - Actual.
PERLITA	Area de Quiron y "Tina" (Salta).	Vulcanitas ácidas	Terciario - Cuartario
ONIX, ARAGONITA, TRAVERTINO	Antofagasta (Catamarca) Arita, Gpo. León, "La Norma" y "Casa del Zorro" (Salta) "Pucará" y Susques (Jujuy).	Calizas hidatogenas	Terciario sup. - Cuartario.
GRANULADO VOLCA- NICO	Socompa (Salta)	Agregado pumíceo	Pleistoceno

*Diatomita:* Zona de Tinocán, La Rioja; Catua, Salta.

*Fluorita:* Mina "Dal", El Alto, Catamarca.

*Grafito:* Mina "Los Dos", Villa Unión, La Rioja.

*Materiales Volcánicos:* El Toba, Paganzo (cenizas-  
tobas), La Rioja; Quebrada de Quirón, salar de  
Pocitos (perlitas), Salta.

*Mármol:* Diversos tipos (ónix, aragonita y traverti-  
no), sur del Salar de Arizaro (Grupo Arita); sud-  
oeste del cerro Rincón (Grupo León) y La Nor-  
ma y Casa del Zorro, Salta.

*Mica:* Algunas pegmatitas de la sierra de Quilmes,  
Tucumán; y otras de la provincia de Catamarca.

*Piedra Laja:* Distrito Olta-Talva, La Rioja; sierra de  
Mojotoro, Salta; El Carmen, Jujuy.

*Pirofilita:* Quebradas de Chuschin y del Cosme, La  
Rioja.

*Rocas Gábricas:* ("granito negro"), explotación por  
bloques en el distrito Alcázar-Punta de Los Lla-  
nos, La Rioja.

*Sal común y Sal de roca:* Salinas Grandes (Salta-  
Jujuy), salar del Rincón, de Taca-Taca, Pocitos,  
Pastos Grandes y Tolar Grande, Salta; Timbó,  
Tucumán.

*Sulfato de sodio:* Salar de Río Grande.

*Yeso:* Chamical, La Rioja; Vipos-Tapia, Tucumán y  
El Jumeal, Catamarca.

Significativo es el aporte de la producción minera del N.O.A. al volumen del producido nacional, tanto en lo concerniente a minerales no metalíferos como a las rocas de aplicación. Cabe señalar el aporte exclusivo e importante de boratos, como así también de rodocrosita, pirofilita y la eventual producción de andalucita. En el último quinquenio ha contribuido con el 22,5 % del abastecimiento de baritina; el 15 % de arcillas refractarias; 5,4 % de fluorita; 27,7 % de la producción de piedra laja; 23,3 % de materiales volcánicos y 3,3 % de la provisión de granitos en bloques. Aceptable es asimismo su contribución en el aporte de calizas, dolomías y de mármol ónix.

La contribución de las provincias que integran la región en consideración se señala en las Figs. 7 y 8, mientras que en las Figs. 9 y 10 se indica la producción promedio de la región en los tres últimos quinquenios frente a la producción nacional en lo que atañe a los principales minerales y rocas. En los Cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 se consigna el producido de cada una de las provincias, pudiéndose apreciar la evolución experimentada, en cada rubro, en el período 1970-1980.

Parte de la producción constituye la materia prima de industrias que la consumen o la benefician en el ámbito regional (boratos, sal común, piedra laja, ca-



lizas, materiales volcánicos, etc.); parte de la misma es absorbida por establecimientos instalados en el Gran Buenos Aires (arcillas, boratos, rodocrosita) y finalmente su excedente interviene entre los minerales y rocas que exporta el país (boratos, rodocrosita, granitos, mármoles y otros), algunos de ellos en volúmenes apreciables.

## 5. RESERVAS. POSIBILIDADES

Los recursos de los distintos minerales no metalíferos y rocas de aplicación del N.O.A., llegan a ser muy considerables en ciertas sustancias y apreciables y limitados a exigüos en otras. Desde el punto de vista geológico, tal como se reseña en la parte general de los respectivos capítulos, sobresalen en cuanto a reservas aquellos materiales sedimentarios e ígneos, con volúmenes amplios para los minerales evaporíticos (boratos, sal común, sal de roca, sulfato de sodio y yeso) y rocas (calizas, piedra laja, granitos y metamorfitas). Menores resultan las reservas que registran las concentraciones de origen hidrotermal, tal como acontece con la fluorita, baritina y rodocrosita, y relativamente reducidas las relacionadas con procesos de alteración meteórica.

A continuación se tratará de sintetizar en forma objetiva las disponibilidades y perspectivas que ofrecen los materiales aquí considerados, acorde con la información recogida y observaciones efectuadas en campaña. Indudablemente las cifras que se indican en algunos de los renglones no expresan en modo alguno las reservas económicamente aprovechables, ni tampoco las reales posibilidades de la región, por cuanto aún falta, en la mayoría de los casos, realizar trabajos de reconocimiento, exploración y beneficio, tareas que en gran parte se vienen desarrollando en los últimos años con las facilidades que otorga la Ley N° 20.551 de Promoción Minera y el esfuerzo de entidades oficiales y particulares. La prosecución de esas tareas, mediante una acción programada científica y técnicamente, conducirá con toda seguridad a la ampliación y optimización de las reservas detectadas. Ese conocimiento unido a una política económica favorable permitirá avanzar en el grado de industrialización a que aspira nuestro país y la región del NOA en particular.

### a) Minerales no metalíferos

**Amianto (asbesto):** Aún se carece de una idea clara acerca de los volúmenes y posibilidades de aprovechamiento de los asbestos anfófilos y crisotílicos sitos en los depósitos de Valle Hermoso y Bolsón de Jagüé, La Rioja, que pueden considerarse como aquellos de mayor magnitud del país. En el área del Bolsón de Jagüé se estimaron 81.700 t de amianto anfófilo. Modestos son los volúmenes existentes en La Mesada, Catamarca, donde se contabilizaron 600 t de mineral.

**Andalucita:** De acuerdo al conocimiento geológico que se tiene sobre los depósitos de este silicato de aluminio, los mismos son de reservas muy limitadas. Su explotación fue muy modesta en los yacimientos pegmatíticos sitos en la sierra de Ambato, La Rioja.

**Arcillas, Caolín:** Apreciables son las reservas beneficiables de arcillas refractarias existentes en el distrito Patquía-Amaná-Los Colorados ("Las Mellizas", "Las

Kokas", "Margarita", etc.) en La Rioja. Para "Las Mellizas" se estimaron reservas superiores a las 400.000 t, con leyes mayores de 30 %  $Al_2O_3$ . En lo que respecta a los depósitos de arcillas decolorantes, plásticas y caolín, la información que se dispone indica acumulaciones modestas, para las primeras en la zona de Tinocán, La Rioja, y para el caolín se establecen 931.950 t con ley promedio de 19,8 %  $Al_2O_3$ , en Tafna, Jujuy.

**Azufre:** En los cerros Bayo y Dos Conos, Catamarca, se señalan reservas geológicas del orden de las 3.000.000 t. En volcán Llullaillaco (Salta), se asignan volúmenes superiores a 1.000.000 t con leyes que oscilan entre 11 y 35 % de azufre. Se ignoran las reservas de cerro Estrella (Mina "Julia"), que fue objeto de explotación continuada durante tres décadas, con una producción de azufre refinado de aproximadamente 654.000 t, en el período 1945-79.

**Baritina:** Respeto a este sulfato, poca es la información acerca del volumen de mineral que encierran sus yacimientos, destacándose las concentraciones sitas en ámbito de la Cordillera Oriental (Grupo Alumbrión y Cerro Gigante) en Jujuy, y en especial el yacimiento Mono Abra, emplazado en la misma unidad morfoestructural, en la sierra de Santa Victoria, Salta, cuyas reservas se estiman en 2.000.000 t.

**Boratos:** Muy considerables son las reservas potenciales de estos minerales, destacándose tanto aquellas acumulaciones de boratos que se localizan en las playas de los grandes salares de la Puna, como las concentraciones alojadas en sedimentos rojos de edad terciaria (F. Sijes). Un índice sobre el particular nos proporciona la superficie total de los salares cubiertos por pedimentos mineros en las provincias de Salta y Jujuy, y por otra parte la gran explotación del yacimiento Tincalayu, que viene produciendo a un ritmo creciente, alcanzando una producción desde el año 1953 hasta la fecha del orden de 1.000.000 t de mineral con leyes que oscilan entre 14 a más de 22 %  $B_2O_3$ .

**Cuarzo, Feldespato y Mica:** Dada las características de sus depósitos, resulta prácticamente imposible establecer las reservas de estos minerales; sin embargo, teniendo en consideración la difusión de los cuerpos pegmatíticos en la unidad morfoestructural de las Sierras Pampeanas, deben considerarse como muy significativas para el cuarzo y el feldespato, si bien su grado de explotabilidad es reducida para el primer mineral (área de Mutquín-Siján, Catamarca) y nula para el segundo, ello obedece más que a sus reservas a su ubicación respecto de los centros de consumo. En lo que concierne a la mica puede afirmarse que cuenta con buenas posibilidades en el ambiente de las Sierras Pampeanas, especialmente en la unidad sierra de Quilmes (Tucumán), donde se ha estimado reservas mínimas del orden de 737 t y en los diferentes depósitos pegmatíticos de los departamentos Capital, Choya, Pomán y Andalgalá, en la provincia de Catamarca.

**Diatomita:** Los depósitos emplazados en las cercanías de Catua (Salta), aparentemente revisten importancia, aunque se carece de información acerca de sus reservas aprovechables. Los estudios efectuados en el área de Tinocán, La Rioja, que ha producido 7.400 t de material, en el período 1945-1979, arrojan actualmente volúmenes de escasa significación.

**Grafito:** La Rioja, única provincia del N.O.A. donde



## PRODUCCION MINERA DE CATAMARCA (en toneladas).

CUADRO 2

MINERAL O ROCA	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<u>MINERALES NO METALIFEROS</u>											
Caolin	4	—	—	—	—	—	—	—	—	180	151
Guarzo	3.583	—	—	—	—	2.380	1.485	1.260	180	1.278	1.391
Fluorita	4.375	3.188	2.602	2.576	1.560	1.150	1.500	200	2.689	6.000	—
Mica (cortada, chala y punch)	3,75	1,10	—	—	—	{0,4 1,1}	0,6	—	90 <sup>(1)</sup>	—	—
Rodocrosita	164	81	135	119	24	18	11	47	42	733	87,2
Yeso	—	1.178	1.596	247	—	2.921	4.142	9.506	17.424	12.494	6.707
<u>ROCAS DE APLICACION</u>											
Arena p/ construccion	260.789	156.280	149.500	83.339	89.000	82.000	81.100	38.590	18.800	95.131	115.699
Caliza	30.396	34.728	38.600	43.623	269.311	275.748	266.912	286.673	351.499	348.188	409.274
Canto rodado	1.168.361	1.222.884	1.180.200	980.500	725.300	695.312	590.529	146.628	111.950	258.267	215.563
Dolomita	—	—	10.000	12.000	6.105	—	—	—	—	6.000	—
Granito	27.000	27.000	20.032	10.200	8.300	7.930	7.380	— <sup>(2)</sup>	—	—	—
Marmol (escalas)	1.638	1.764	1.173	1.924	130	1.970 <sup>(2)</sup>	534 <sup>(2)</sup>	59 <sup>(2)</sup>	80	—	—
Marmol (bochones)	15	—	—	27	—	324	16	—	—	—	—
Piedra Laja	18.000	14.400	13.980	13.400	8.100	7.980	6.220	47	50	—	—

(1) Mica (broza y scrap).

(2) Onix.



## PRODUCCION MINERA DE JUJUY (en toneladas)

CUADRO 3

MINERAL O ROCA	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<u>MINERALES NO METALIFEROS</u>											
Baritina	—	—	—	2.520	3.355	3.050	2.386	5.121	19.210	23.355	16.802
Boratos	5.283	4.150	3.264	6.881	7.272	5.088	4.039	4.666	5.925	4.088	5.026
Caolín	—	30	100	—	—	15	—	—	—	—	—
Sal Común	1.551	3.597	8.486	12.945	16.160	12.210	14.470	13.682	8.000	9.958	11.259
<u>ROCAS DE APLICACION</u>											
Arena para construcción	—	—	—	—	—	—	40.000	42.806	46.485	220.009	395.500
Caliza	384.111	320.960	416.680	368.331	352.573	273.493	318.915	326.343	564.902	593.641	519.463
Canto rodado	38.500	28.250	34.500	26.500	28.100	22.301	18.310	105.714	256.217	429.922	684.475
Cuarcitas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dolomita	41.130	30.000	30.497	26.040	29.788	22.217	16.620	19.240	32.000	39.917	5.508
Granito triturado	—	—	—	—	30.000	—	—	—	—	—	—
Marmol( escalla).	60	90	30	—	—	—	—	—	180 <sup>(1)</sup>	80 <sup>(2)</sup>	25
Piedra Laja	90	100	120	110	160	1.557	3.537	1.320	2.355	1.559	1.669

(1) Onix 90 l bochones t  
" 90 l escallas

(2) Onix bochones y escalla



PRODUCCION MINERA DE LA RIOJA (en toneladas)

CUADRO 4

MINERAL O ROCA	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<u>MINERALES NO METALIFEROS</u>											
Arcillas decolorantes	316	889	449	332	194	256	233	195	36	109	52
Arcillas refractarias	12.713	12.261	12.570	14.549	8.324	15.307	17.403	32.122	19.281	24.460	27.447
Baritina	—	—	—	—	60	1.036	1.129	1.122	2.324	1.928	963
Caolin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60
Diatomita	204	44	139	102	47	212	614	320	335	247	250
Fluorita	—	—	—	—	—	—	240	29	50	178	—
Grafito	61	30	25	50	40	15	90	45	8	10	5
Ocres	60	256	220	115	98	203	142	209	471	874	910
Pirofilita	6.860	7.263	8.325	6.313	5.412	8.357	9.132	10.947	4.731	9.866	5.226
Yeso	2.797	3.600	3.600	—	—	16.000	2.685	5.000	4.410	840	789
<u>ROCAS DE APLICACION</u>											
Arena para construcción	—	—	—	—	—	—	27.300	355.613	62.625	27.000	25.085
Canto rodado	—	—	175.100	151.000	141.302	122.515	85.300	466.034	25.008	86.724	87.990
Granito en bloques	1.188	2.095	1.351	507	600	1.651	620	1.159	981	725	473
Piedra Laja	3.220	14.590	5.740	5.300	5.678	10.100	7.463	11.400	16.974	50.172	18.239



## PRODUCCION MINERA DE SALTA (en toneladas).

CUADRO 5

MINERAL O ROCA	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<u>MINERALES NO METALIFEROS</u>											
Arcilla	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Azufre (refinado)	32.064	30.445	33.431	31.288	19.506	6.921	17.040	24.142	14.693	—	—
Boratos	38.063	55.834	49.164	56.459	70.717	71.541	76.812	78.385	121.262	128.567	150.823
Diatomita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.000	1.110
Ocres	—	—	44	52	41	37	32	—	—	—	—
Sal comun	16.104	13.732	5.158	14.339	10.823	18.871	6.857	18.820	12.952	13.722	17.804
Sal de Roca	298	1.115	567	536	205	311	561	414	401	315	272
Sulfato de sodio	3.339	470	—	—	445	8.192	—	1.202	600	1.561	370
Yeso	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.632	1.724
<u>ROCAS DE APLICACION</u>											
Arena para construcción	18.270	12.760	30.690	16.225	44.821	51.286	50.547	38.496	47.171	50.440	55.610
Areniscas	15.000	—	1.266.120	128.580	50.000	29.000	27.859	—	—	—	—
Caliza	447.838	282.741	63.602	75.744	76.832	73.169	73.607	66.017	66.922	86.623	27.403
Canto rodado	78.800	38.440	108.475	116.996	108.176	102.706	88.122	118.454	266.761	178.647	154.543
Cuarcitas	—	55.000	80.000	230.000	343.900	75.730	15.000	—	—	—	—
Granito triturado	12.512	20.919	17.782	—	—	—	—	—	—	—	—
Mármol Aragonita	550	655	629	600	680	—	—	—	—	—	—
Mármol Onix	269	899	103	92	1.530	552 <sup>(1)</sup>	759 <sup>(1)</sup>	782 <sup>(1)</sup>	360 <sup>(1)</sup>	420 <sup>(1)</sup>	210 <sup>(1)</sup>
Mármol en escalla	4.379	5.595	2.789	5.052	10.732	2.264 <sup>(2)</sup>	1.565 <sup>(2)</sup>	887 <sup>(2)</sup>	1.157 <sup>(2)</sup>	2.250 <sup>(2)</sup>	821 <sup>(2)</sup>
Mat. volcánicos	8.157	10.387	15.196	14.345	14.880	5.623 <sup>(3)</sup>	1881 <sup>(3)</sup>	773 <sup>(4)</sup>	1.154 <sup>(4)</sup>	1.286 <sup>(4)</sup>	2.050 <sup>(4)</sup>
Piedra Laja	824	450	211	202	250	198	398	15.244	10.293	15.242	17.077

1- Bloques  
2- Bochones  
3- Aragonita y onix  
4- Onix



PRODUCCION MINERA DE TUCUMAN (en toneladas).

CUADRO 6

MINERAL O ROCA	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<u>MINERALES NO METALIFEROS</u>											
Arcillas plásticas	20.000	20.000	15.000	17.000	32.000	34.400	28.730	19.870	474.387	204.236	193.220
Mica (corlada, chala, punch)	0,88	1,74	150	356	6,01	6	5	6,50	230	1,50	2
Mica (broza, scrap)	—	—	—	—	—	—	—	12	0,20	—	—
Sal común	24.000	21.290	23.786	22.997	22.931	21.600	—	12.000	37.786	27.600	25.270
Yeso	6.065	4.087	3.846	1.191	1.591	4.641	4.930	3.146	11.020	7.189	2.199
<u>ROCAS DE APLICACION</u>											
Arena para construcción	135.000	140.000	117.284	108.818	126.282	105.283	94.400	80.755	634.065	953.996	885.738
Caliza	11.054	7.008	44.647	9.382	33.032	49.280	20.496	1.238	1.641	480	110
Canto rodado	123.000	100.500	396.450	194.538	233.887	228.397	362.400	342.051	976.953	501.292	645.227



Fig. 2

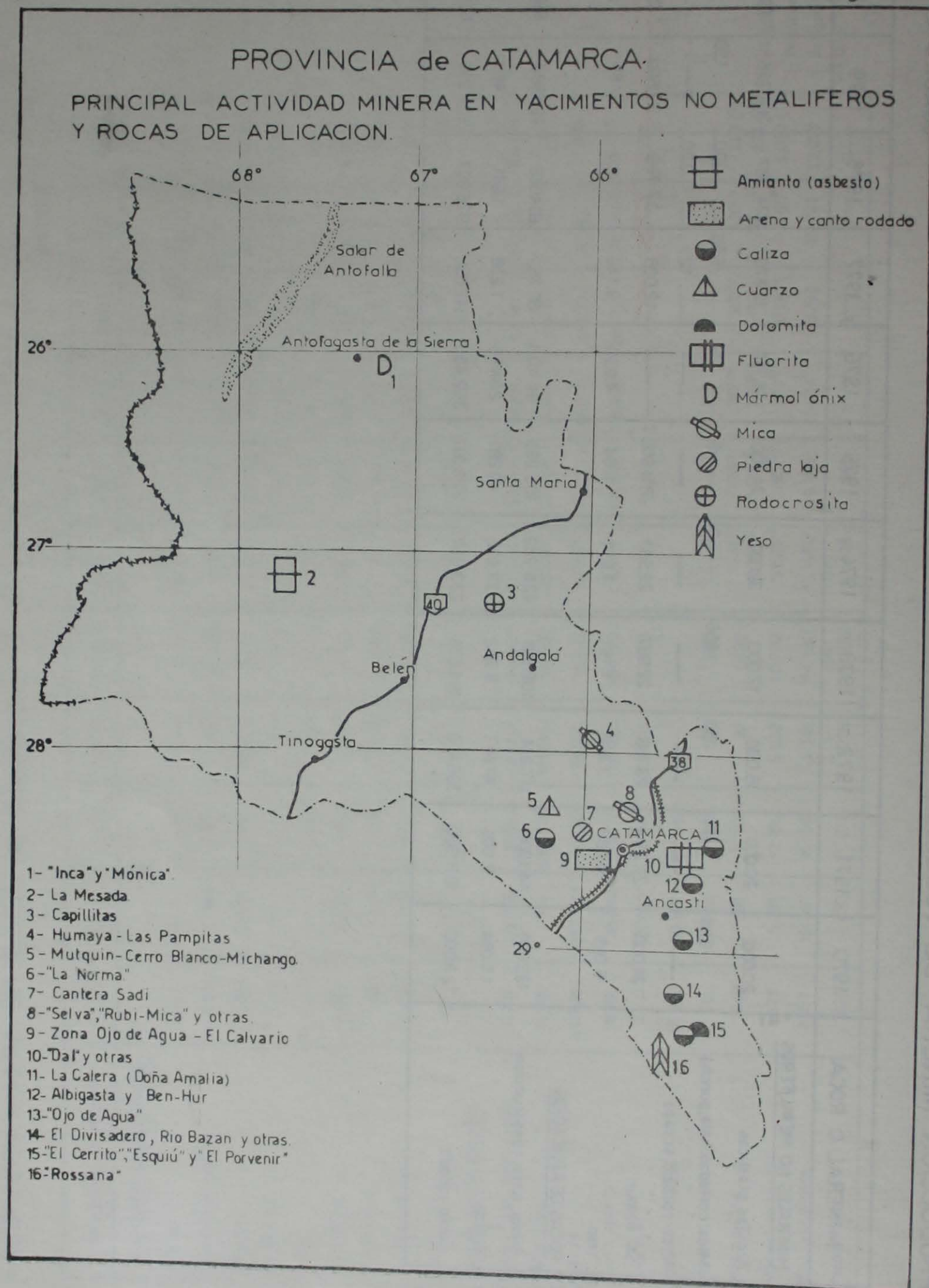




Fig. 3

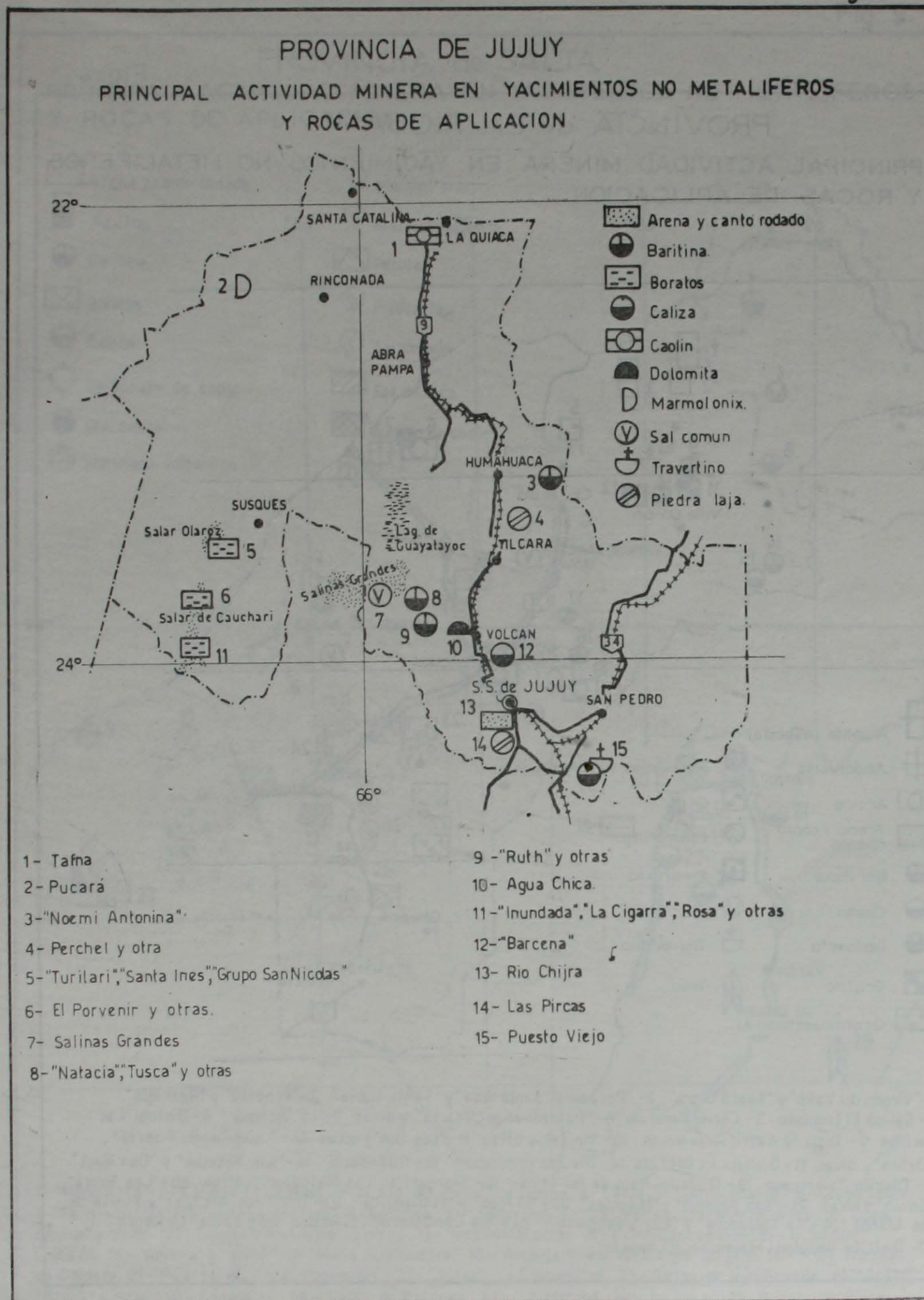




Fig. 4

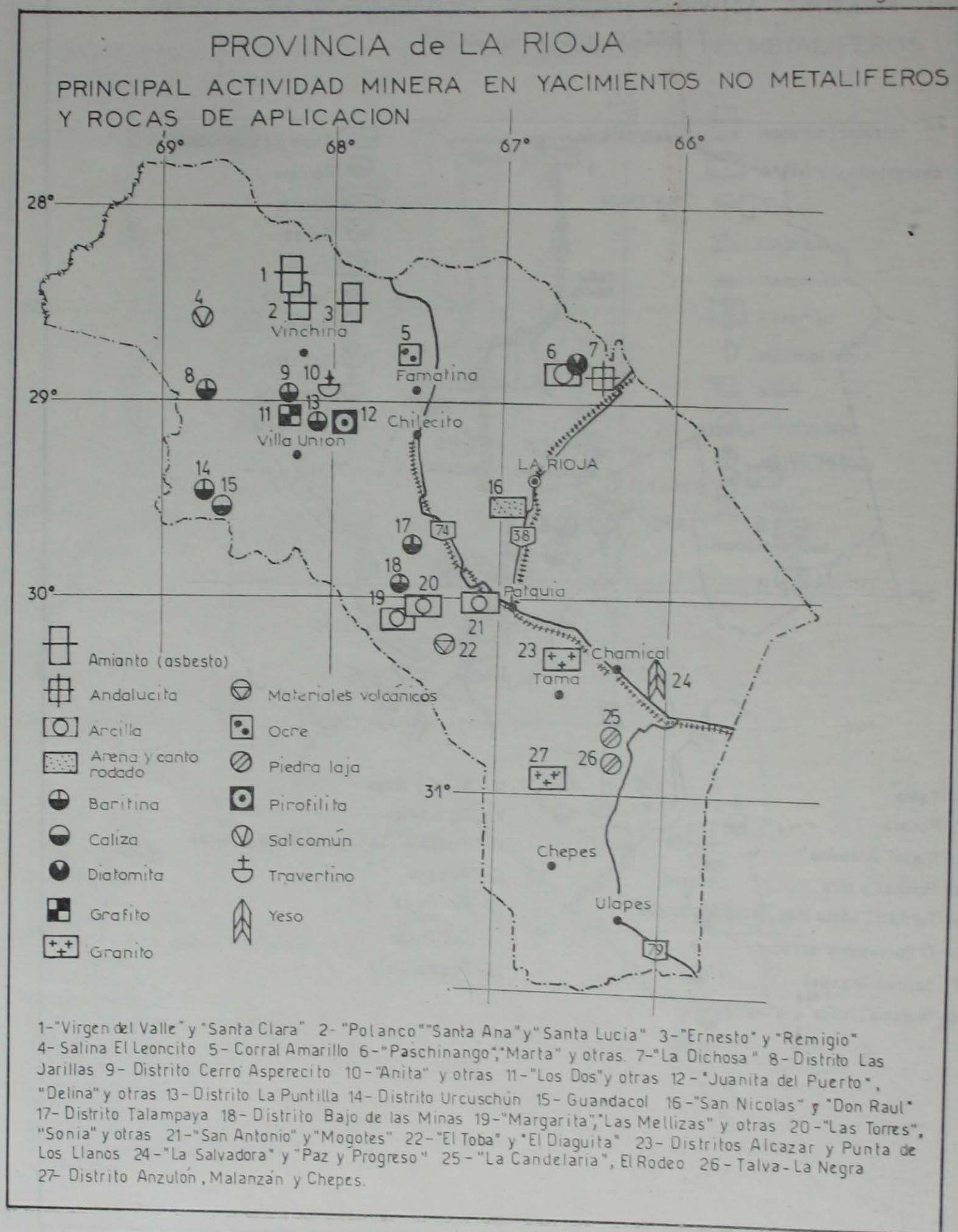




Fig. 5

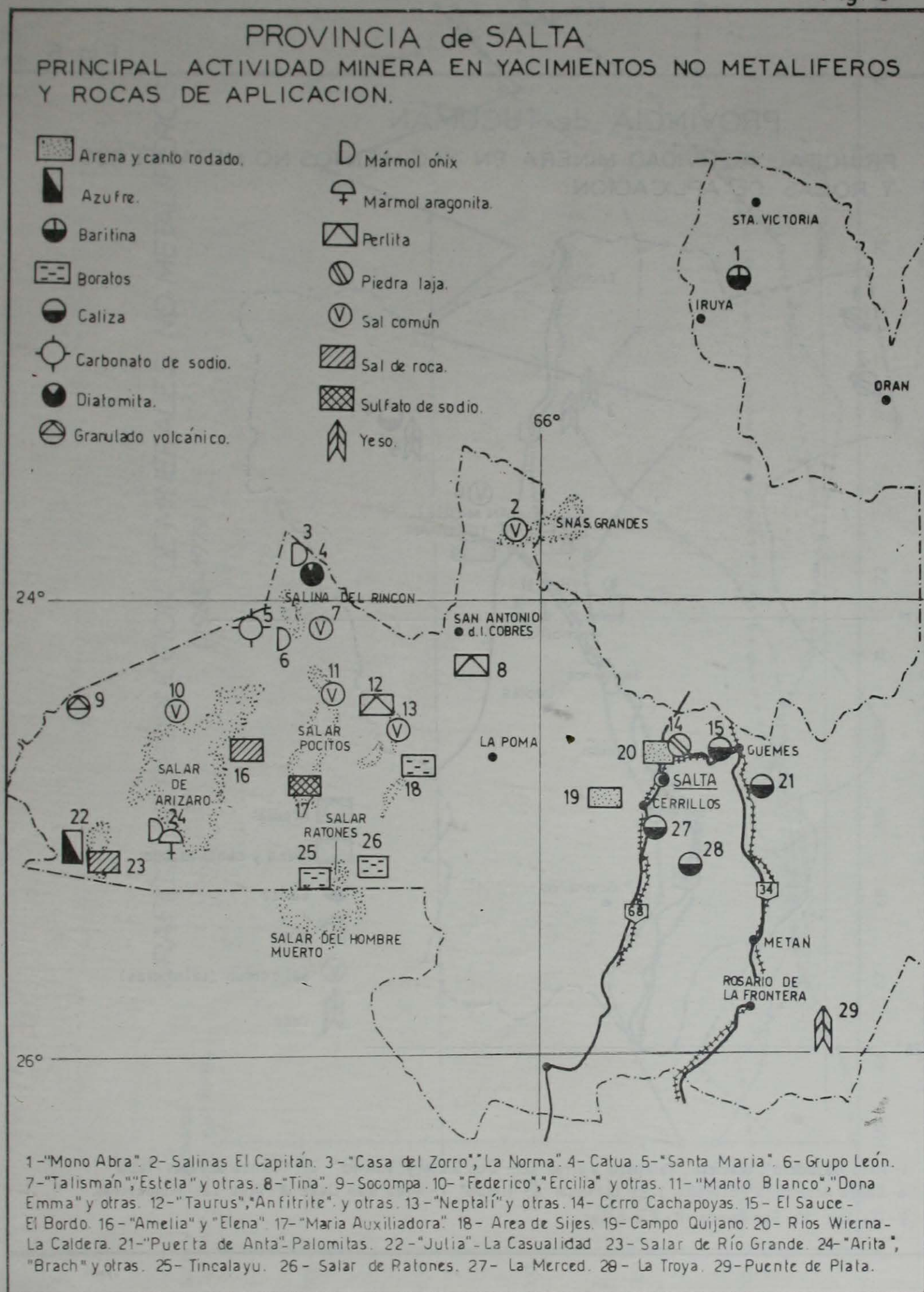




Fig. 6

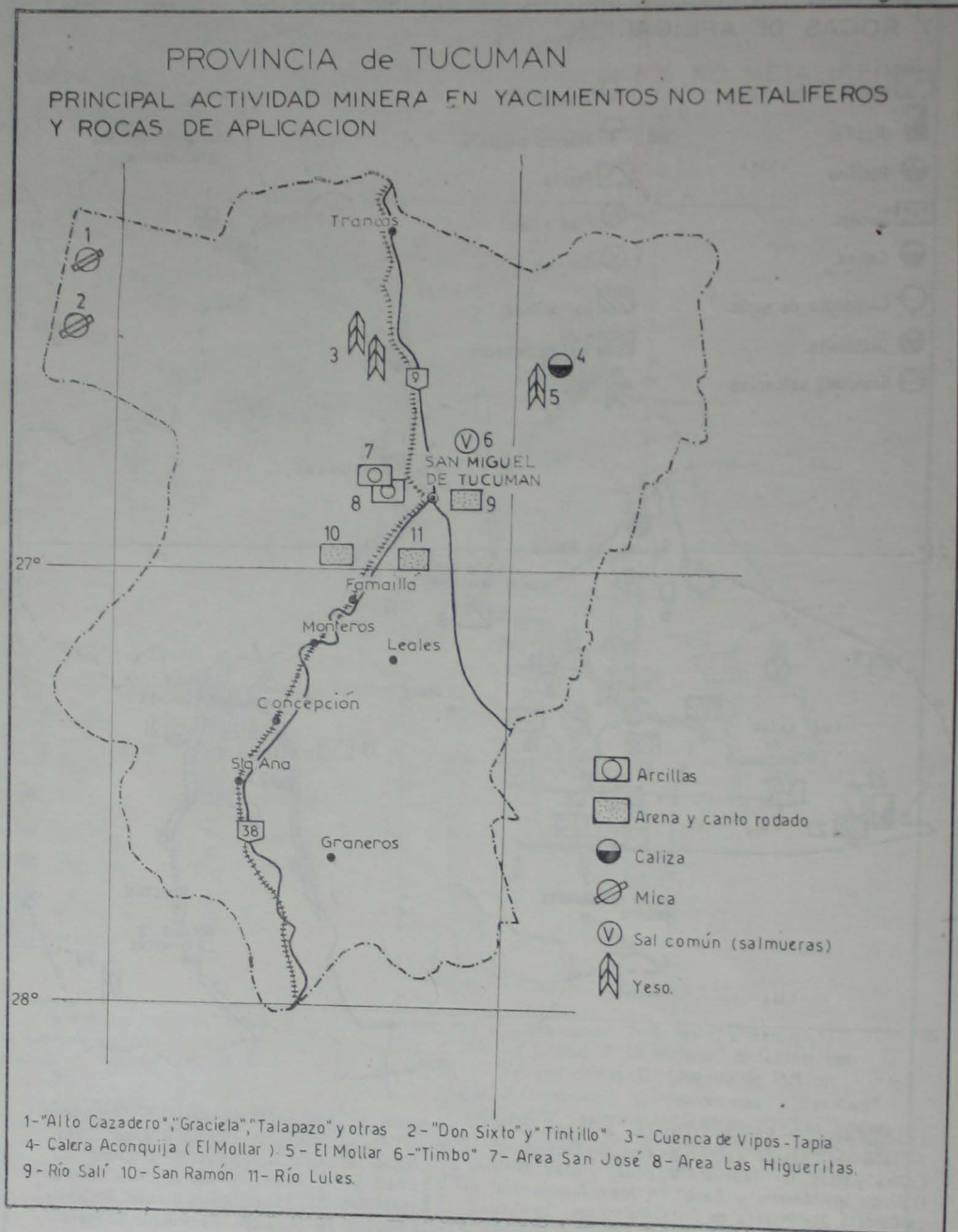




Fig. 7

GRAFICO DE PRODUCCION DE MINERALES NO METALIFEROS  
(1965-1979.)

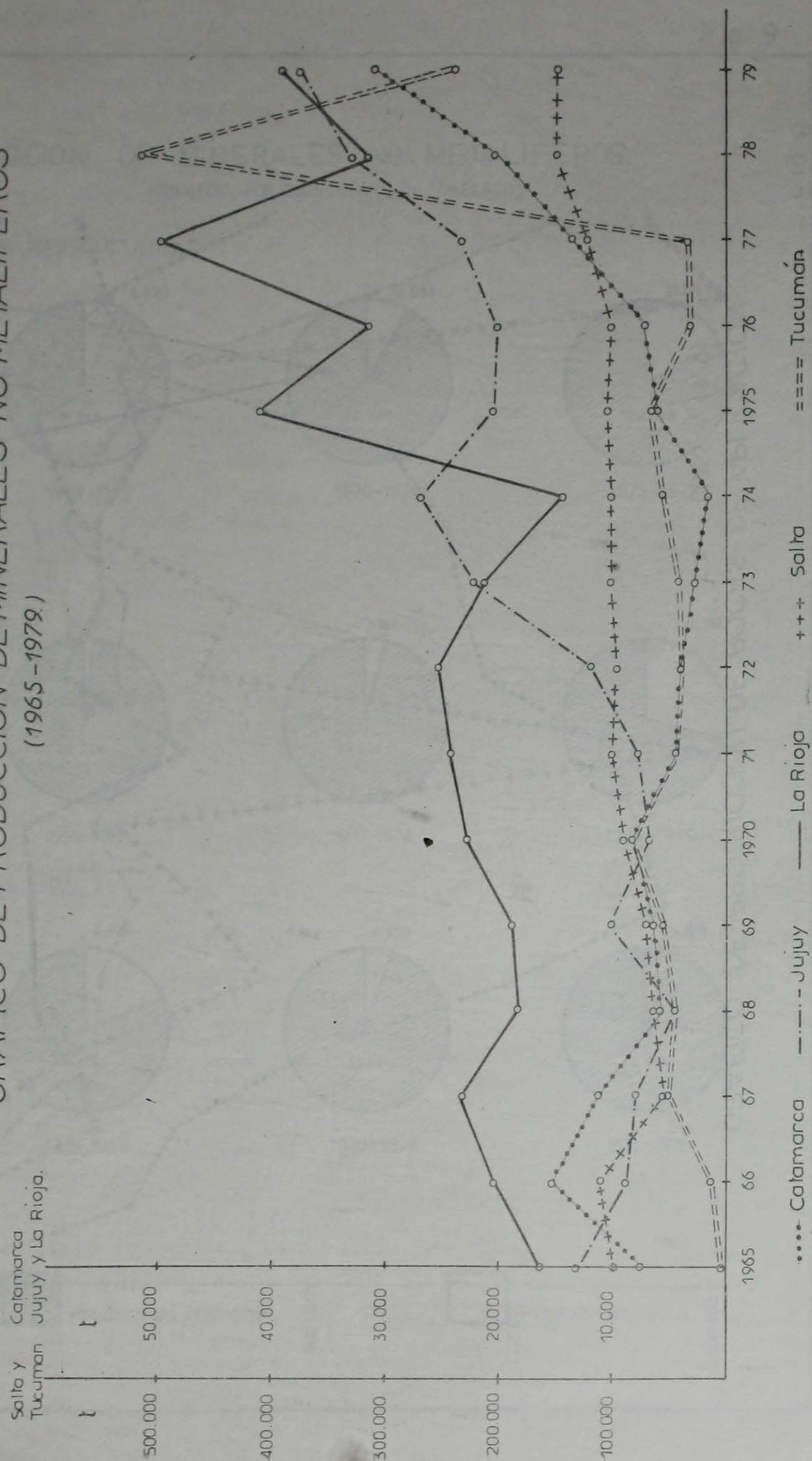




Fig. 8

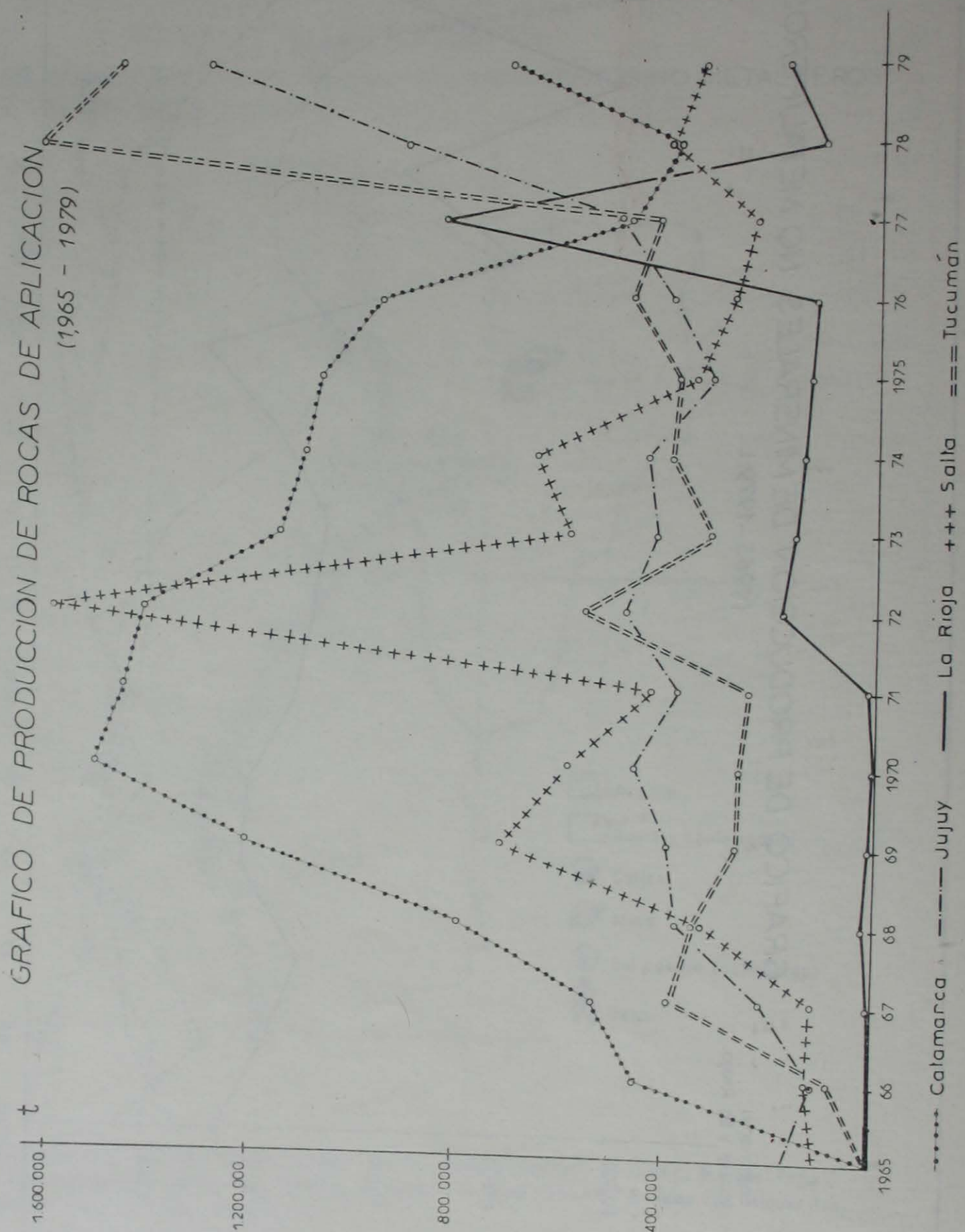


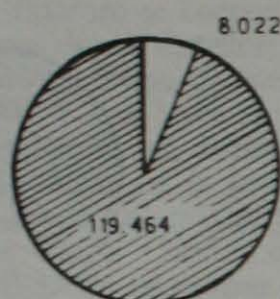


Fig. 9

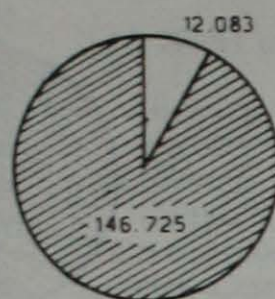
## PRODUCCION DE MINERALES NO METALIFEROS.

PROMEDIO POR QUINQUENIO, EN TONELADAS

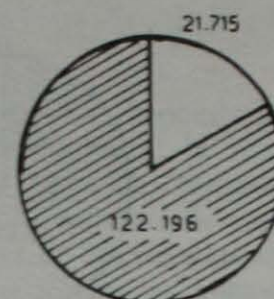
## ARCILLAS REFRACTARIAS



1965-1969

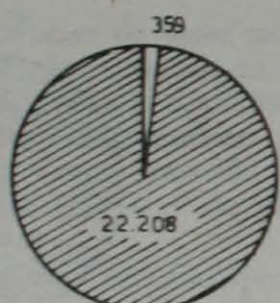


1970-1974

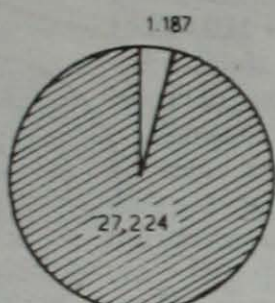


1975-1979

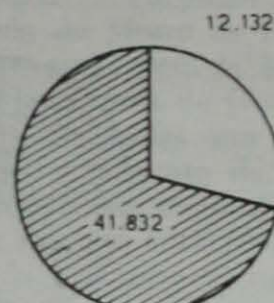
## BARITINA



1965-1969

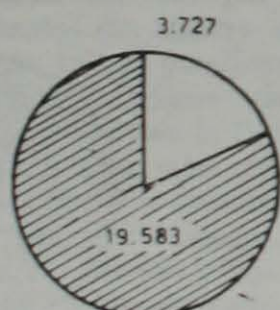


1970-1974

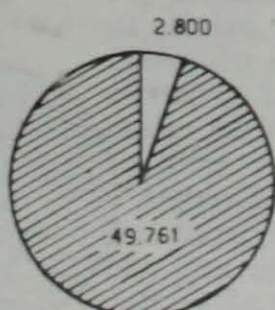


1975-1979

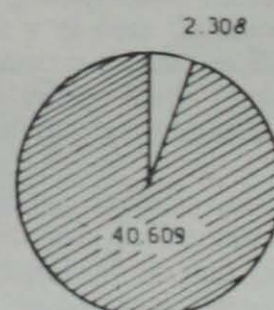
## FLUORITA



1965-1969



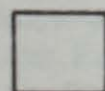
1970-1974



1975-1979



Produccion Nacional.



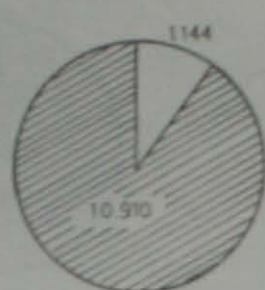
Produccion NOA



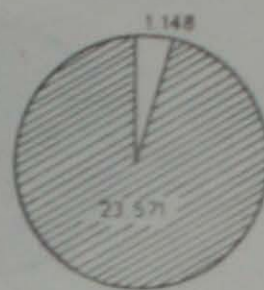
Fig. 10

# PRODUCCION DE ROCAS DE APLICACION PROMEDIO POR QUINQUENIO, EN TONELADAS

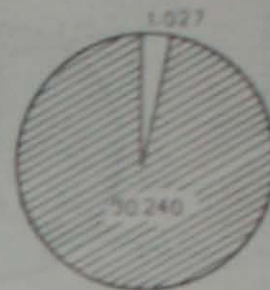
## GRANITO EN BLOQUES



1965-1969

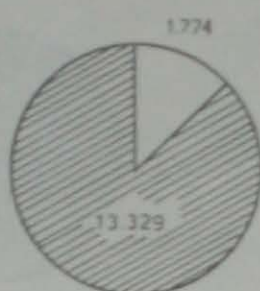


1970-1974

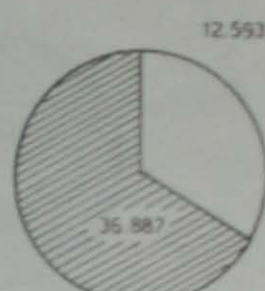


1975-1979

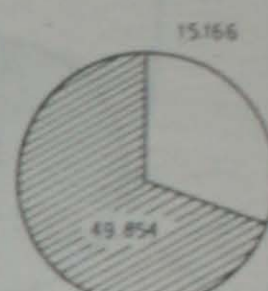
## MATERIALES VOLCANICOS



1965-1969

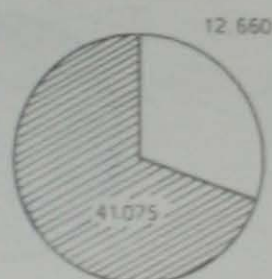


1970-1974

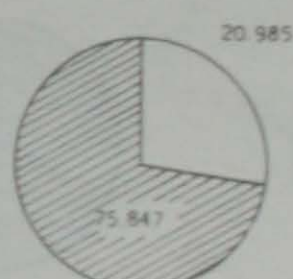


1975-1979

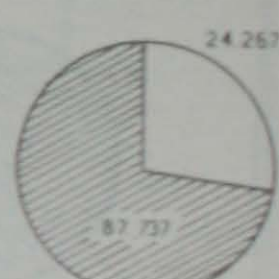
## PIEDRA LAJA




1965-1969

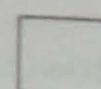


1970-1974



1975-1979

 Produccion Nacional

 Produccion NOA



se conocen yacimientos grafiticos, viene explotando, a un ritmo reducido, sus depósitos localizados en el faldeo oriental de la sierra de Mazo de Villa Unión. Las reservas estimadas en mina "Los Dos" alcanzan volúmenes de 60.783 t con ley de 4,64 % de carbono grafitico.

**Granate:** Si bien se carece de información sobre este mineral no explotado en la actualidad, se estima que cuenta con reservas significativas, especialmente en los esquistos almandínicos situados en el borde occidental del cerro Cordobés, La Rioja, de donde se extrajeron en el período 1950-1957, 1.162 t.

**Fluorita:** Sobre este fluoruro se conocen las reservas establecidas para algunos de sus distritos; así por ejemplo, las calculadas para el grupo de minas del cerro Chus-Chus con 950.000 t con leyes de hasta 80 %  $F_2Ca$ , y las correspondientes al distrito Talampaya con 140.000 t, de bajo tenor, en la provincia de La Rioja. En lo que concierne a Catamarca, principal productora, con las minas "Dal", "Cora" y otras, se asignan reservas de 80.000 t con leyes que oscilan entre 60 a 75 %  $F_2Ca$ .

**Redocrosita:** El yacimiento cuprífero de Capillitas ha producido en el período 1951-1979, 2.513,7 t de este carbonato semiprecioso. Las estimaciones de reservas efectuadas en las vetas "9", "25 de Mayo" y "Ortiz", suman un volumen superior a las 5.000 t de mineral recuperable.

**Ocres:** El centro productor de ocres más importante del país, desde hace varias décadas, lo constituye la provincia de La Rioja, con sus depósitos situados en el departamento Famatina, destacándose por su magnitud y calidad los de Corral Amarillo, donde se ha establecido un total de 375.000 t de pigmentos minerales.

**Pirofilita:** Los yacimientos sericitico-pirofiliticos emplazados en las quebradas de Chuschín y El Cosme, en el flanco occidental de Famatina (La Rioja), han producido en el lapso 1945-1979 un volumen de 219.460 t. Si bien no se tiene información de sus reservas, en virtud de las dimensiones de sus depósitos, se estima que puede satisfacer por muchos años los actuales requerimientos de nuestro mercado.

**Sal común, sal de roca, sulfato y carbonato de sodio:** Inmensas son las reservas de cloruro de sodio localizadas en los numerosos salares de la Puna, con explotaciones en las Salinas Grandes, salar del Rincón, Pastos Grandes, Taca-Taca, etc. Lo mismo acontece con la sal de roca cuyas mayores reservas se emplazan en las localidades de Tolar Grande y Sijes (Salta). En cuanto a la situación del sulfato de sodio, sus reservas son también significativas; las mayores se encuentran en el salar de Río Grande, amparadas por un gran número de minas que lo cubre prácticamente. La Rioja cuenta con depósitos de este sulfato en la Laguna Brava. Depósitos de carbonato de sodio se localizan en las proximidades del cerro Rincón, en la laguna Geschel, constituyendo concentraciones de pequeños volúmenes, poco explotados en la actualidad.

**Sillimanita:** La presencia de este mineral se ha detectado en el faldeo oriental del cerro Blanco, Tacuile (Salta) y Cuernos (Catamarca), citándose reservas del orden de las 10.000 t. Se menciona asimismo su existencia en el cordón del Centenario.

**Yeso:** Amplias son las existencias de esta evaporita en terrenos terciarios. La Rioja cuenta con reservas

que ascienden a 7.500.000 t, localizadas en la estancia Los Coloraditos, en las cercanías de la ciudad de Chamental y en la localidad de Patquía Viejo. En la cuenca Vipos-Tapia (Tucumán) se han puesto de manifiesto 300.000 t de este sulfato. Catamarca cuenta también con apreciables reservas en el departamento La Paz.

**Fosforita:** La presencia de este fosfato tricálcico ha sido comprobada en capas portadoras de restos de braquiópodos (Língula), preferentemente en la zona de Cargadero Chauque (río Capillitas), en Jujuy, donde se han estimado 315.144 t con 4,6 %  $P_2O_5$ .

## b) Rocas de aplicación

**Arena y Canto rodado:** La disponibilidad de estos materiales detríticos es ilimitada: la mayoría de las zonas que se explotan registran continua reposición.

**Calizas y dolomita:** Las reservas de estas sustancias son cuantiosas y difíciles de expresarlas en cifras concretas. Catamarca en las sierras de Ancasti y del Alto asigna un volumen de 114.812.391 t de caliza; de ese volumen, 100.000.000 t corresponden al yacimiento La Calera, que se destina a la elaboración de cemento portland. Las reservas de Jujuy y Salta son importantes, en cuanto a caliza y a dolomía, procedentes de la F. Volcán, Las Tienditas (terrenos precámbricos) y F. Yacoraite (Cretácico). Tucumán contabiliza 15.624.624 t en la región de Morro de Peñas Azules y La Rioja 34.000.000 t, aptas para la industria del cemento, en la F. San Juan, área de Guandacol.

**Granito:** Cuantiosas e ilimitadas son las reservas de estas rocas a través del conjunto de los diversos cuerpos ígneos y metamórficos existentes, para ser utilizados como árido, "granito triturado". En particular hay que destacar la existencia de rocas gábricas en las sierras de Punta de Los Llanos (La Rioja), que desde hace cuatro décadas viene abasteciendo de bloques y bochones de "granito negro".

**Mármol:** Interesantes son los recursos de la región del NOA en cuanto a las concentraciones carbonáticas de travertino, ónix y aragonita, destacándose por su calidad, la aragonita y el ónix de las cercanías de Olacapato, salar de Arizaro y Catua, en Salta, y el travertino en las sierras de Puesto Viejo (Jujuy), y el del faldeo occidental del Famatina (Cantera Anita) en La Rioja.

**Materiales volcánicos:** Se estima que las reservas son de consideración en vista de las extensas superficies que cubren sus depósitos en las provincias de Salta y La Rioja. Para esta última, en un sector próximo a la localidad de Paganzo, se estimaron 2.000.000 t de cenizas volcánicas aptas para cemento puzolánico. En Salta se destacan los depósitos de perlitas, en especial en la quebrada de Quirón-Salar de Pocitos, donde se han determinado reservas de 8.567.000 t, debiéndose señalar, además, la existencia de granulado volcánico en Socompa y cenizas puzolánicas en Corte Blanco, próximo a San Antonio de Los Cobres.

**Piedra Laja:** En grado muy llamativo es el aprovechamiento de areniscas tobáceas y tobas lajosas, pérmicas, del distrito Olta-Talva, en la sierra Punta de Los Llanos, La Rioja. En este distrito las reservas son considerables, lo mismo acontece con las areniscas lajosas que se explotan en la sierra de Mojotoro, Salta, y en las cercanías de Villa del Carmen, Jujuy.







## YACIMIENTOS DE MINERALES NO METALIFEROS

## ANDALUCITA

Este silicato de aluminio ( $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$ ) se conoce en la provincia de La Rioja, en el departamento Arauco. Se trata de las minas "La Dichosa", "Aurora" y "Refrac". Todas ellas de modestas reservas. Las dos primeras emplazadas en la sierra de Ambato, dentro de la unidad Sierras Pampeanas, en un ambiente de basamento con rocas graníticas atravesadas por pegmatitas, en cuyo interior o en sus bordes se localizan las concentraciones de andalucita. El denuncia conocido como "Refrac", se halla en el faldeo occidental de la sierra de Velasco en un ambiente similar a las mencionadas en primer término.

La andalucita, es requerida de la misma forma que lo que ocurre con la sillimanita, para la fabricación de materiales refractarios y reparación de hornos siderúrgicos; sin embargo hasta la fecha la mayor parte de la materia prima que abastece a la industria proviene del exterior, habiéndose extraído de los yacimientos de La Rioja, hasta el año 1979, un total de 14 t, según datos proporcionados por el concesionario de las propiedades mineras.

## LA RIOJA

## "Dichosa"

El depósito, se localiza en el faldeo occidental de la sierra de Ambato, en la margen izquierda del río Salado, departamento Arauco. El acceso se efectúa por la ruta provincial n° 10 hasta Villa Mazan y desde esa población unos 15 km hacia el este por medio de un camino vecinal.

De relieve más bien accidentado, el área registra rocas graníticas de basamento, atravesadas por numerosos filones pegmatíticos. Uno de esos cuerpos de rumbo NNO-SSE es el que contiene la mineralización, el mismo está conformado por cuarzo blanco, microclino rosado en cristales de buen desarrollo y mica muscovítica en pequeñas placas y apreciable turmalina negra en individuos medianos. La andalucita se presenta a modo de "nidos" o "lentes" dentro de la masa cuarzo-feldespática o en los contactos con la roca granítica. Se la observa en agregados fibro-radiados, con longitudes de hasta 50 cm, en forma de abanico, de color verde-amarillento a violáceo con tinte rojizo por tinción superficial de óxidos de hierro.

El análisis de una muestra de mineral seleccionado, extraído en noviembre de 1979, durante el reconocimiento efectuado al área, y analizada por el Dr. Gordillo, revela el siguiente contenido químico, expresado en por ciento:

SiO <sub>2</sub>	36,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	61,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,80
MgO	0,22
CaO	—
H <sub>2</sub> O	0,40
Total	100,22

La corrida mineralizada ha sido reconocida en unos 35 m en base a labores en explotación que consiste en un socavón de 10 m de longitud y algunos rajos.

La propiedad, de dos pertenencias, que pertenece a Eduardo Kurzwinsky, ha sido motivo de una modesta explotación con una producción total, entre los años 1975-79, de 6 t. En la época en que se visitó el yacimiento, se observó en cancha mina unas 8 t de mineral seleccionado.

## "Aurora"

El denuncia, emplazado en el mismo ambiente que la propiedad descripta precedentemente, se localiza también en el departamento Arauco, con acceso por la ruta provincial n° 10 a unos 10 km de Villa Mazan.

La mineralización se aloja en pequeños "nidos" y "lentes" que se presentan en el sector central de un cuerpo pegmatítico.

Se observa en cristales fibro-radiados de 10 a 30 cm de longitud, frecuentemente rodeados de finas escamas de sericita, de una coloración verde-violácea con tinte rojizo, que por alteración superficial suele adoptar colores verde amarillentos.

El filón pegmatítico portador de andalucita, de orientación general NO-SE, registra 4-5 m de potencia y algunas decenas de metros de longitud. Está integrado esencialmente por cuarzo blanco, microclino en individuos bien desarrollados, muscovita en láminas pequeñas y abundantes cristales de turmalina negra.

El depósito no ha sido objeto de explotación, sólo presenta algunos cortes superficiales de exploración. Cubre dos pertenencias mineras que figuran a nombre de E. Kurzwinsky.

## "Refrac"

El depósito se halla en el flanco occidental del Cordón del Velasco, a 78 km al norte de la ciudad de La Rioja y a 30 al sur de Villa Mazan, en el kilómetro 11 de la ruta provincial n° 10.

El ambiente geológico corresponde al de basamento cristalino representado por un granito porfiroide de grano grueso, de dos micas, de color gris rosado, en gran parte descompuesto, y filones pegmatíticos que lo atraviesan. La andalucita se encuentra en un cuerpo pegmatítico de rumbo general N 34° O, cuyo afloramiento puede seguirse en varios centenares de metros y en un ancho de 5 a 10 m. Dicho cuerpo registra cuarzo blanco lechoso, con frecuentes manchas de óxidos de hierro, microclino de color rosado-amarillento, parcialmente descompuesto, muscovita en pequeñas hojuelas y comúnmente turmalina negra en cristales de hasta 4 cm de largo como máximo.

La andalucita se la observa a modo de bochones de 30 cm a 1 m de diámetro, que se localizan en forma saltuaria en las márgenes del cuerpo pegmatítico, eso es en el contacto con las rocas graníticas. El agregado



fibroso aparece de color gris parduzco a rosado, duro, compacto y parcialmente silicificado.

El yacimiento, que pertenece a E. Kurzwinsky y que cubre dos pertenencias mineras, fue trabajado esporádicamente entre los años 1975-79, con una producción total de 8 t, que se destinó a Cerámica Haedo, para la elaboración de ladrillos refractarios.

#### ARCILLAS Y CAOLINES

En general se entiende por arcilla a un material de grano fino, integrado especialmente por silicatos de aluminio hidroxilados acompañados de otros de variada composición, originado por la destrucción de rocas de distinta naturaleza ricas en silicatos de aluminio y depositados en un medio acuoso.

Dentro del grupo de los minerales de las arcillas, se presentan compuestos amorfos y cristalinos de estructura planar, destacándose el grupo del caolín (caolinita, dickita y halloisita), el grupo de la montmorillonita y beidellita) y el grupo de la illita.

Dado que el dominio de las aplicaciones de las arcillas es muy extenso, las diversas ramas de la industria imponen las propiedades de esos materiales las diferentes normas técnicas, entre las cuales se encuentran especialmente el contenido de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , proporciones limitadas de ciertas impurezas (C, MgO, TiO, CaO, etc.), la refractariedad, plasticidad, contracción, resistencia pirosférica, etc.

El aprovechamiento de las arcillas constituye un importante rubro de la industria extractiva de la región del Noroeste Argentino. Su producción, si bien se ha iniciado hace más de cinco décadas, se viene incrementando a partir de la década del cincuenta con la puesta en producción de importantes depósitos de arcillas refractarias en la provincia de La Rioja.

La producción de arcillas en este sector del territorio nacional sigue un ritmo creciente acorde con la evolución que en el país ha adquirido la industria de la cerámica blanca, cerámica roja y refractarios. El aporte de arcillas refractarias en los últimos 5 años (1975-79) es del orden del 17 % sobre el producido nacional (Fig. 11).

La Rioja cuenta con grandes reservas en diversos yacimientos de arcillas refractarias que se movilizan y que se hallan alojados en niveles de sedimentitas continentales del Paganzo I (F. Lagares), principalmente en el distrito Patquia-Amaná, departamento Independencia. Asimismo registra arcillas decolorantes en sedimentos terciarios, asociados con niveles tripoláceos, en el distrito Tinocan-Mazan, departamento Arauco.

Catamarca y Jujuy han sido productoras de materiales caolínicos; la primera en el área Mutquin-Sijan, faldeo occidental de la sierra de Ambato, y la segunda en el distrito Tafna, del departamento Yavi. Yacimientos éstos, así como otros existentes en el distrito Dique Los Sauces, La Rioja, se hallan inactivos desde hace varios años.

Tucumán registra un sostenido incremento en la producción de tierras aluminosas, que se extraen de los niveles cuaternarios existentes en las cercanías de la ciudad capital, destinadas al abastecimiento de numerosas industrias de cerámica roja.

La evolución del renglón minero para el sector en consideración puede apreciarse a través de los siguientes guarismos, promedio en toneladas por quinquenio:

	Catamarca *	La Rioja **	Tucumán ***
1965-69 .....	1.157	9097	1.765
1970-74 .....	—	12.519	20.800
1975-79 .....	—	21.880	152.325

\* Corresponde a caolín.

\*\* Arcillas refractarias, plásticas y decolorantes.

\*\*\* Tierras aluminosas.

#### CATAMARCA

La producción de un material arcilloso en la época de confección de este trabajo en el territorio de esta provincia, sólo se registraba en las cercanías de la ciudad capital, para abastecer la fábrica de cerámica roja de Valle Viejo.

En cuanto al caolín, desde hace tiempo se conoce su presencia en el cuerpo cuarzoso hidrotermal del faldeo occidental de la sierra de Ambato, donde se han hecho algunos intentos de explotación en gran escala, sobre todo en las cercanías de la localidad de Mutquín. La producción que registra la Estadística Minera de la República Argentina proviene en su totalidad de esta zona y la misma queda evidenciada en los siguientes promedios por quinquenio, en toneladas: 1945/49: 280; 1950/54: 715; 1955/59: 2.448; 1960/64: 302; 1965/69: 1.158; 1970/74: no registra; 1975/79: 30; con un máximo de 6.474 t en el año 1956.

Dado que este mineral es un acompañante menor del cuarzo en el cuerpo citado y de que la actividad minera principal se desarrolla por este último mineral, una descripción más detallada del mismo puede verse en el capítulo correspondiente al cuarzo.

#### Cerámica Valle Viejo S.R.L.

La empresa en consideración, que posee su establecimiento en las vecindades de la ciudad de Catamarca, departamento Valle Viejo, extrae un material denominado "tierra mejorada" en un área de 13 Ha, de su propiedad, situada a unos 12 km al norte de la capital provincial, con acceso por la ruta provincial n° 1.

El material en cuestión es un limo algo arcilloso, con abundante mica, de color pardo a pardo oscuro y tono gris en seco, con cierto contenido vegetal (sobre todo pequeñas raíces) y poroso, esto último dado por la descomposición de materia orgánica. Para la elaboración de cerámicas, a estas "tierras mejoradas" suele agregárseles hasta un 15 % de material arcilloso, que la misma empresa extrae de las inmediaciones de la población de La Puerta (departamento Ambato) y de la cantera Los Angeles, en las cercanías de la localidad de Capayán (departamento homónimo), distantes 45 km al N y 30 al SO de la ciudad de Catamarca, respectivamente.

La producción, durante la época de su visita (julio de 1981), alcanzaba a las 3.000 t mensuales y se las utilizaba en la fabricación de tejas, baldosas y distintos tipos de ladrillos huecos.

#### JUJUY

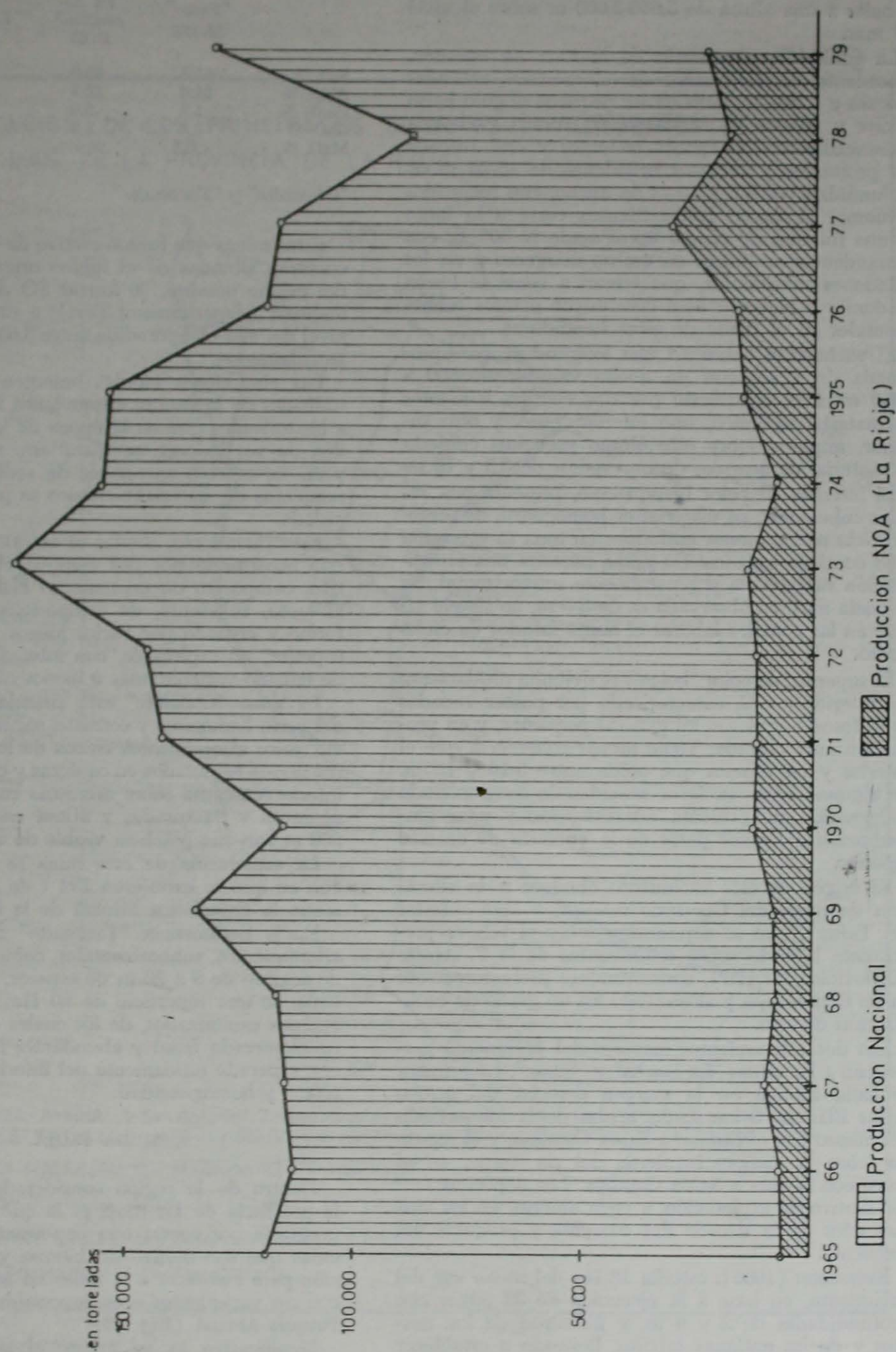
##### Peñas Blancas

Este yacimiento se encuentra situado en ambas márgenes del arroyo Peñas Blancas, antes de su desembocadura en el río La Quiaca, en el distrito Tafna, de-



Fig. 11

GRAFICO DE PRODUCCION DE ARCILLAS REFRACTARIAS.  
RELACION PRODUCCION NACIONAL / NOA (LA RIOJA).





partamento Yavi. Comprende las minas "La Lucha", "Yurac" y otras; dista unos 18 a 20 km al oeste de La Quiaca, por la ruta que la une con Santa Catalina y se halla a una altura de 3.550-3.600 m sobre el nivel del mar.

La cubierta sedimentaria de la zona en cuestión, procedente de la erosión de elevaciones ubicadas al oeste y sudoeste, buza en un pequeño ángulo hacia el este y noreste; se encuentra fracturada y elevada diferencialmente en épocas recientes y está surcada por profundos y angostos cañadones de 15-20 m de profundidad por 3-5 y 10 m de ancho, con recorridos tortuosos. El arroyo Peñas Blancas corre a lo largo de una fractura de rumbo aproximado N 30° E, con afloramientos caolínicos en ambas márgenes y en los cañadones subsidiarios, que toman a veces la forma de domos o lomas, o bien constituyen mantos subhorizontales en el fondo de estas hendiduras.

El yacimiento cubre así una longitud visible aproximada de 4 km con un ancho variable de 500 a 1.000 m. Está compuesto por dos cuerpos o mantos de material caolínico, uno inferior, puro, y otro superior, impuro. Sobre este último yace una cubierta de material de acarreo, de un espesor de 3,5 y 10 m.

El inferior, de color blanquecino, presenta una regular coherencia; su material es homogéneo, de características más o menos uniformes en toda su extensión y no contiene rodados. En parte, muestra una estratificación subparalela y generalmente subhorizontal. Su potencia máxima observada es de 5-6 m, no siendo visible en las actuales labores el límite inferior de dicho manto.

El superior, de color "beige", se delimita nítidamente del inferior y está caracterizado por poseer rodados esquitosos, angulosos, en general pequeños, y en proporción muy elevada. Tiene menor coherencia que el anterior y un espesor que oscila entre 5-10 y 15 m. En algunas zonas encierra camadas de conglomerado poligenético, no presenta estratificación y pasa gradualmente a formar parte de la cubierta de acarreo superior.

El origen de este yacimiento obedece a la alteración de tobas del Cuartario inferior, o algo anterior (F. Tafna), que se depositaron sobre el relieve preexistente labrado sobre sedimentitas de la F. Acoite (Ordovícico inferior), conservándose preferentemente en las depresiones y alcanzando así un grado de caolinización diverso.

Los dos afloramientos mayores del yacimiento pertenecen a las minas "La Lucha" y "Yurac". La primera se halla situada en la margen derecha del arroyo Peñas Blancas, 3 km aguas arriba de la intersección del mismo con el camino a Santa Catalina, y el segundo sobre la margen izquierda del río Yurac, en el cruce con la ruta a Santa Catalina. Los depósitos fueron motivo de explotación, a cielo abierto, en los últimos años de la década del cuarenta y primeros del cincuenta.

REVERBERI (1966), estudia 18 Ha del sector sur del yacimiento, en base a la ejecución de 32 pozos con profundidades de 2 y 6 m, y muestreo de los mismos y de las antiguas labores, llegando a establecer 931.250 t de reservas con una ley media de 19,9 % de  $Al_2O_3$ .

A continuación se exponen algunos análisis de mues-

tras extraídas por REVERBERI (op. cit.) en distintas minas del área:

	"Yurac" M-176	"La Es- peranza" P. 25	"La Lucha" L. 1	"La Merced" M-151
SiO <sub>2</sub> %	61,5	59,0	57,9	49,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	21,6	22,1	25,9	28,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	1,8	5,0	2,2	4,2
CaO %	3,6	2,2	0,4	0,8
MgO %	0,5	vest.	0,4	1,0

#### "Chocoite" y "Tacanaite"

Estas minas que fueron motivo de explotación se encuentran situadas en el faldeo oriental de los cerros del mismo nombre, 30 km al SO de la estación Pumahuasi (departamento Yavi), a una altura sobre el nivel del mar comprendida entre 3.650 y 3.700 m, aproximadamente.

Las elevaciones citadas emergen por fallas longitudinales de la llanura circundante. La erosión debida a los torrentes que en la época de las lluvias descenden de sus laderas, se manifiesta en amplios surcos y en un acarreo apreciable de sedimentos. Los afloramientos de material caolínico se presentan en forma aislada.

Este yacimiento, similar al anteriormente descrito, está constituido por dos mantos: el inferior, productivo, compuesto de un material blanquecino, untuoso al tacto, coherente, de composición localmente uniforme y cruzado por varios juegos de diaclasas, y el superior, no explotable, con intercalación de rodados de tamaño variable, más o menos caolinizados.

La mina "Chocoite" está situada en el faldeo SE del cerro homónimo y consiste, según distintos autores, en varios afloramientos chicos de los cuales los mejores fueron explotados en canteras y chiflones. El manto inferior descansa sobre areniscas cuarcíticas, en parte plegadas y fracturadas y aflora en una extensión de 200 m con una potencia visible de 3 m.

La explotación de esta mina se paralizó en 1948, año en que se extrajeron 192 t de material caolínico, según la Estadística Minera de la Provincia.

En la pertenencia "Tacanaite" se observan varios afloramientos, subhorizontales, cubiertos por una capa de acarreo de 5 a 20 m de espesor, constituyendo una loma de una superficie de 20 Ha. Se distinguen dos cuerpos caolinizados, de los cuales el superior con un conglomerado basal y abundantes rodados poligenéticos, separado nítidamente del inferior de mayor coherencia y homogeneidad.

#### LA RIOJA

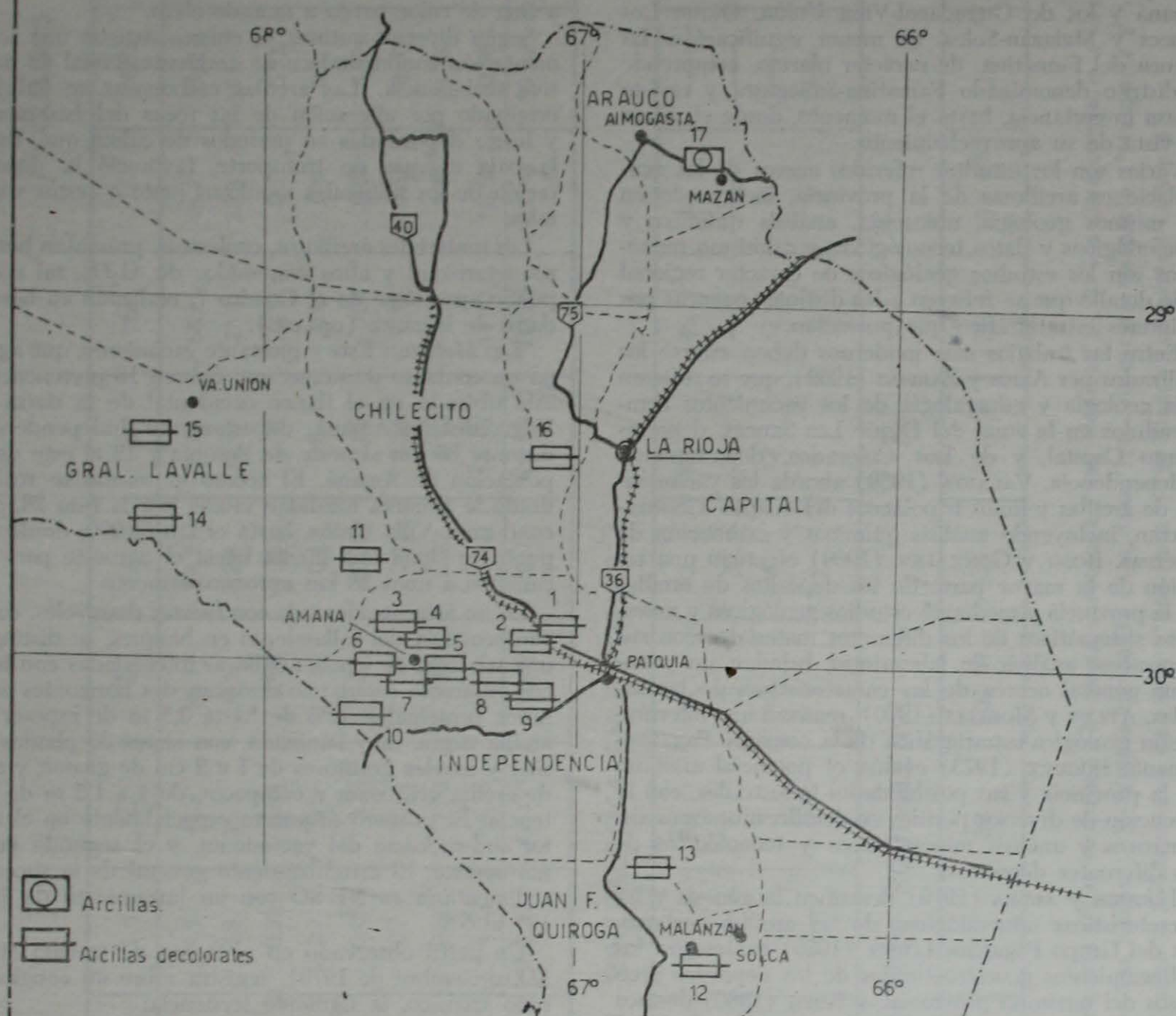
Dentro de la región considerada en este trabajo, la provincia de La Rioja es la que reviste mayor importancia por contar con importantes reservas de arcillas que son motivo de intensa y continua explotación para abastecer a la industria refractaria nacional, con sus yacimientos sitios, especialmente, en el distrito Patquía-Amaná (Fig. 12).

Significativo es su aporte al producido nacional. De acuerdo a los datos proporcionados por la Estadística Minera Nacional, desde el año 1965 hasta 1979 inclusive, La Rioja registró un abastecimiento de



Fig. 12

# UBICACION DE LOS PRINCIPALES DISTRITOS Y YACIMIENTOS DE ARCILLAS DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA.



DISTRITO PATQUIA-AMANA: 1- "San Antonio", 2- "Los Mogotes", 3- "Las Kokas", 4- "Don Paco", 5- "Las Torres", 6- "Margarita I, II", 7- "Las Mellizas", 8- "La Sonia", Clarisa, 9- "Osiris", 10- "Los Baldecitos", 11- "El Gaucho".

DISTRITO SOLCA-MALANZAN: 12- "Malanzán" 13- "C° Horco Bola".

DISTRITO GUANDACOL-VILLA UNION: 14- "C° Bola" 15- "La Juanita".

DISTRITO DIQUE LOS SAUCES: 16- "Josefina", "Libertad" y Otras.

DISTRITO TINOCAN-MAZAN: 17- "Ñuñorco", "Marta".



209.099 t en materia de arcillas refractarias y de 4.329 t de arcillas decolorantes, estas últimas provenientes del distrito Tinocan-Mazan. Deben señalarse además 4.058 t para el período 1966-1968 computadas como caolín.

Tres son las cuencas o unidades litoestructurales reconocidas en la provincia que contienen materiales arcillosos: la cuenca del Paganzo, la del sistema del Famatina y los bolsones del Terciario superior y Cuartario bajo localizados en el distrito Tinocan-Mazan. La primera de carácter continental es la más extensa e importante, incluye el conocido distrito Patquía-Amaná y los de Guandacol-Villa Unión, Dique Los Sauces y Malazan-Solca, de menor significación. La cuenca del Famatina, de carácter marino, comprende el distrito denominado Famatina-Sañogasta y reviste escasa importancia, hasta el momento, desde el punto de vista de su aprovechamiento.

Varios son los estudios referidos acerca de las acumulaciones arcillosas de la provincia, incluyendo en los mismos geología, ubicación, análisis químicos y mineralógicos y datos tecnológicos, y asimismo numerosos son los estudios geológicos de carácter regional y de detalle que se refieren a las distintas cuencas por el interés estratigráfico que presentan.

Entre los trabajos más modernos deben citarse los realizados por AMOS y ZARDINI (1962), que se refieren a la geología y mineralogía de los yacimientos comprendidos en la zona del Dique Los Sauces, departamento Capital, y de Los Colorados, departamento Independencia. VALANIA (1969) aborda los yacimientos de arcillas y limos tripoláceos del distrito Tinocan-Mazan, incluyendo análisis químicos y estimación de reservas. ROSSI y GONZALEZ (1969) efectúan una revisión de la mayor parte de los depósitos de arcillas de la provincia y mediante estudios geológicos y muestreos sistemáticos de los diferentes materiales con sus respectivos análisis de laboratorio, brindan un panorama general acerca de las características de las arcillas. AZCUY y MORELLI (1970), realizan una interpretación geológica-estratigráfica de la comarca Paganzo-Amaná. IÑICUEZ (1973) evalúa el potencial arcilloso de la provincia y sus posibilidades industriales, con la ejecución de diversos perfiles en detalle, muestreos sistemáticos y análisis mineralógicos y tecnológicos de los diferentes depósitos.

IÑICUEZ y ZALBA (1979) describen la génesis y las características mineralógicas de las arcillas carbonosas del Grupo Paganzo; LÓPEZ (1980) caracteriza los delineamientos geoestructurales de los depósitos arcillosos del territorio provincial, y ROSSI (1980) destaca las características y génesis de los depósitos de "caolín" localizados en el área del Dique Los Sauces.

#### Patquía-Amaná

La sucesión estratigráfica de la cuenca comienza con rocas cristalinas predominantemente graníticas, atribuidas al Precámbrico-Paleozoico inferior, en las que se apoyan en discordancia sedimentos continentales del Grupo Paganzo que, según AZCUY y MORELLI (op. cit.) contienen a las siguientes Formaciones: Lagares, del Carbónico; La Colina, asignada al Pérmico y Amaná, al Permo-Triásico. Las citadas Formaciones serían equivalentes al Paganzo I, II y III, respectivamente.

La F. Lagares, la más antigua, contiene a los yacimientos de arcillas carbonosas que se disponen en mantos de hasta 4 m intercalados entre niveles de arcosas, en la porción superior del Miembro inferior y en la parte inferior del Miembro medio de la referida formación.

El sector superior de la F. Lagares pasa en forma transicional, de arcosas y areniscas finas, a limolitas arcillosas pardo rojizas de la F. La Colina, que suele contener intercalaciones de arcosas rosadas y coladas de traquiandesitas. El Paganzo III con la F. Amaná agrupa una serie de areniscas de granometría mediana a fina de color pardo a morado claro.

Según diversos autores, la cuenca registra una sedimentación continental en un ambiente fluvial de relativa turbulencia. Las arcillas carbonosas, se habrían originado por alteración de las rocas del basamento y luego depositadas en períodos de calma que, dado la baja energía de transporte, favoreció la deposición de los minerales arcillosos junto a restos vegetales.

Los materiales arcillosos, caolínicos, presentan buena refractariedad y altos contenidos de  $Al_2O_3$ , tal como puede apreciarse en el Cuadro 7, realizado en base a datos de IÑICUEZ (op. cit.).

"Las Mellizas: Este importante yacimiento, que agrupa un conjunto de minas que cubren 18 pertenencias, está ubicado en el flanco occidental de la sierra de Vilgo, distrito Amaná, departamento Independencia, distante 86 km al oeste de Patquía y 12 al este de la población de Amaná. El acceso al mismo se realiza desde la primera localidad citada por la ruta 26, que conduce a Villa Unión, hasta el km 58,000; desde ese punto se sigue una huella hacia el noroeste para alcanzarlo a unos 28 km aproximadamente.

En un área accidentada con fuertes desniveles, como consecuencia del fallamiento en bloques, se distingue una sucesión de lentes arcillosas intercaladas con bancos de arcosa rosada; se destacan dos horizontes arcillosos principales, uno de hasta 3,5 m de espesor de arcilla negra, muy laminada, con restos de plantas fósiles y niveles grafitosos de 1 a 2 cm de grosor; y otro de arcilla gris, dura y compacta, de 1 a 1,5 m de potencia. El primero dispuesto especialmente en el sector sud-sudoeste del yacimiento, y el segundo en el nor-noreste. El arrumbamiento general de la sucesión sedimentaria es NE-SO con un buzamiento de 10 a 12° al SE.

Un perfil observado en el frente de trabajo (tope SO, diciembre de 1979), registra sobre un conglomerado arcósico, la siguiente secuencia:

- 1,50 m arcilla negra carbonosa, untuosa al tacto y lajosa.
- 1,10 m arenisca conglomerádica arcósica de color gris rosado.
- 0,40 m arcilla negra algo carbonosa compacta y dura.

En el sector NNE del yacimiento se explotaba un solo nivel de arcilla gris oscura, teñida con óxidos de hierro, dura, compacta y astillosa, con espesor de 1,35 m, teniendo como piso un conglomerado arcósico rosado y como techo una arenisca de grano mediano con niveles limosos.



CUADRO 7

Composición química. (en %)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	44.5	46.4	56.3	54.7	55.0	58.2	48.7	55.6	48.9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39.9	35.3	26.5	32.8	32.4	27.6	32.3	39.5	36.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.39	0.84	0.68	0.5	0.31	0.17	0.51	0.93	0.22
TiO <sub>2</sub>	0.7	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.8	0.3	0.2
MgO	0.05	0.36	0.3	0.05	0.05	0.04	0.05	0.37	0.04
Na <sub>2</sub> O	0.7	2.14	1.74	0.4	0.34	-0.19	0.62	0.80	0.24
K <sub>2</sub> O	0.56	1.10	2.94	1.22	0.83	1.05	1.70	1.76	0.26
H <sub>2</sub> O (±)	14.02	14.36	11.50	16.60	11.30	13.10	16.50	0.56	15.3
TOTAL	100.72	101.00	100.46	100.72	100.83	100.85	101.18	99.82	101.16

## COMPOSICION MINERALOGICA EN PORCIENTO.

Caolinita	95	90	81	83	86	85	90	—	96
Illita	—	5	5	3	1	—	—	—	2
Cuarzo	5	3	12	14	12	12	7	—	2
Feldespatos	—	2	2	—	1	3	3	—	—

## CONO PIROMETRICO EQUIVALENTE

	33	32	31 1/2	32	31 1/2	32 1/2	31 1/2	33	33
--	----	----	--------	----	--------	--------	--------	----	----

1-Arcilla gris compacta ("Las Mellizas"); 2-Negra carbonosa ("Las Mellizas"); 3-Gris clara compacta ("Las Kokas");  
 4-Gris carbonosa ("Las Kokas"); 5-Verdosa compacta ("Las Kokas"); 6-Gris oscura compacta ("Margarita II");  
 7-Carbonosa ("Clariza"); 8-Carbonosa calcinada ("Don Paco"); 9-Blanca compacta ("La Sonia").



Una muestra de arcilla negra extraída sobre una potencia de 1,50 m y otra de la variedad gris de 1,35 m de espesor, revelan la siguiente composición, en porcentaje:

	Variedad Negra	Variedad Gris
SiO <sub>2</sub> .....	44,05	43,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	34,70	37,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3,20	3,60
TiO <sub>2</sub> .....	0,80	0,70
CaO .....	1,53	1,25
MgO .....	—	—
Na <sub>2</sub> O .....	0,50	0,80
K <sub>2</sub> O .....	0,87	0,95
Pérd. por Cal. ....	14,55	11,80

El yacimiento viene siendo explotado en forma continuada desde los primeros años de la década del cincuenta; se lo trabajó por vía subterránea; cuenta con un socavón principal de rumbo N 95° y varias galerías que suman algo más de 2 km de longitud total. Se trata de labores amplias y seguras dado los consistentes bancos de psamitas que limitan la mineralización tanto en el techo como en su piso.

El depósito fue exhaustivamente estudiado por Rossi y GONZÁLEZ (1969), quienes estimaron una reserva superior a las 400.000 t para las dos variedades principales de arcillas. Su producción, según datos proporcionados por la firma propietaria y la Estadística Minera de la Provincia, ha alcanzado, desde sus comienzos hasta el año 1979 inclusive, un volumen del orden de las 130.000 t. Actualmente (diciembre de 1979) la producción oscilaba entre 800-1.000 t/mes de las dos variedades de mineral. La arcilla gris es comercializada sin ningún tratamiento, mientras la variedad negra (carbonosa) es calcinada en boca de mina, con la obtención de "chamote" de muy buena calidad. La firma Geberovich Hnos., que explota el yacimiento, destina la producción para abastecer distintas industrias elaboradoras de materiales refractarios y cerámicos.

"Las Kokas": La propiedad minera ("Las Kokas", "Las Kokas I", "Las Kokas IV" y "Las Kokas V") que cubre 15 pertenencias a nombre de Francisco Antonio López y Socio, se halla ubicada unos 6 km al NNO de "Las Mellizas", en las proximidades del paraje Portezuelo Blanco. Al yacimiento se llega mediante una huella que parte de "Las Mellizas", en general en buenas condiciones, aunque de fuertes pendientes en razón de la diferencia de altura (1.300 m) que existe entre los dos depósitos, debiéndose utilizar vehículo doble tracción.

En un área muy escarpada se observa en discordancia sobre el basamento granítico un grueso paquete de arcosas (Fig. 13) con diversas intercalaciones arcillosas y limolíticas, con espesores de algunos centímetros hasta 4 m. Desde el punto de vista de su aprovechamiento se destacan por su calidad y espesores tres niveles de arcillas, dos de color gris claro y uno intermedio de arcilla negra carbonosa.

El afloramiento reconocido en una corrida de 500 m, en la ladera austral de un pequeño cerro, muestra en conjunto, acorde con la estructura regional, un rumbo este-oeste y una inclinación de 8 a 12° al sur. Se trata de un importante yacimiento, de amplias reservas, IÑICUEZ (1973), que cuenta con arcillas aluminosas de buena calidad (Cuadro 7). En diciembre de 1979 se explotaba a cielo abierto un frente de 50 m

de largo, de orientación este-oeste, con una altura de 8 a 20 m, en donde se aprovechaba un horizonte de arcilla gris oscura, dura, áspera al tacto, a veces con fractura concooidal. El análisis de una muestra común de ese nivel señala los siguientes contenidos, en porcentaje:

	Arcilla Gris
SiO <sub>2</sub> .....	52,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	30,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,00
TiO <sub>2</sub> .....	0,50
CaO .....	0,90
MgO .....	0,22
Na <sub>2</sub> O .....	0,40
K <sub>2</sub> O .....	1,86
Pérd. a 900°C .....	11,07

La explotación de esa acumulación arcillosa se inició en el año 1973 y desde entonces viene produciendo a un ritmo variable; en los dos últimos años la producción era del orden de las 500 t mensuales que se destinan a la industria de artículos refractarios.

"Alba": A escasos 500 m al SO del yacimiento "Las Kokas" se emplaza la mina "Alba" que registra un pequeño afloramiento con características similares al yacimiento vecino. La firma Francisco López y Socio la explota en forma esporádica, a cielo abierto, para abastecer a la fábrica VASA. Se trata de un nivel de arcilla gris, muy aluminosa, de menos de 1 m de espesor, intercalado entre gruesos bancos areniscosos.

"Margarita II" y otras: El depósito, propiedad del Sr. Claudio Antonio Puentes, cubierto por tres pertenencias ("Margarita II", "Margarita VI" y "Margarita IX"), se localiza aproximadamente 2 km al NO de "Las Mellizas", con acceso a través de una huella que parte de las proximidades del campamento del ya citado depósito.

En una zona con una topografía algo abrupta afloran los sedimentos continentales carbónicos, en donde se destacan tres niveles de arcillas bien definidas, que se alojan entre paquetes de areniscas y conglomerados arcóscos: un segundo horizonte de hasta 2,5 de potencia de arcilla gris oscura, compacta, con intercalaciones lenticulares de limolitas y areniscas finas; y finalmente un nivel superior de 1,50 m de grosor de arcilla gris compacta, bien laminada con finas capas intercaladas de limolitas gris verdosas y psamitas varicolores. El paquete de sedimentos registra un arrumbamiento general NE-SO y buza 12° al SE.

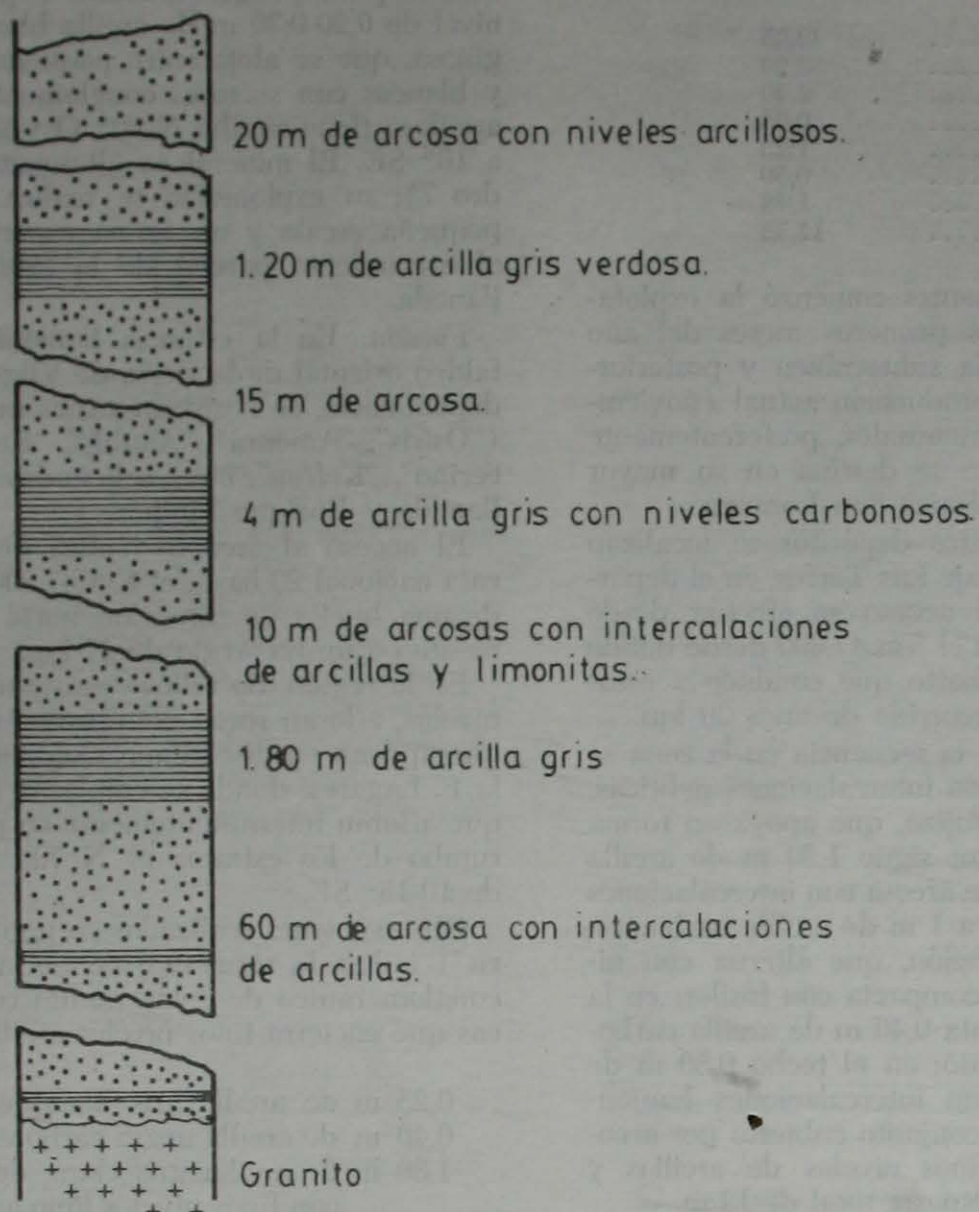
En noviembre de 1979 se explotaba un frente irregular de 7-8 m de altura y 50-60 m de largo, pudiéndose observar sobre un grueso banco de psefitas arcóscas la siguiente secuencia (Fig. 13):

- 1,00 m de arcilla gris clara, compacta, de mediana dureza y fractura concoide (variedad "Gris Silvia").
- 0,40 m de arenisca arcósica gris-rosada.
- 0,20 m de arcilla gris oscura, compacta y dura.
- 1,10 m de arenisca arcósica de grano mediano a grueso.
- 0,50 m de limolita gris verdosa, teñida en parte con óxidos de hierro.
- 4,00 m de arenisca arcósica de grano grueso y color gris-rosado.



Fig. 13

## PERFIL GENERAL YACIMIENTO "LAS KOKAS" (IÑIGUEZ 1973).



## PERFIL DEL FRENTE DE EXPLOTACION YACIMIENTO "MARGARITA II" (noviembre de 1979).

4 m psamita de grano mediano a grueso

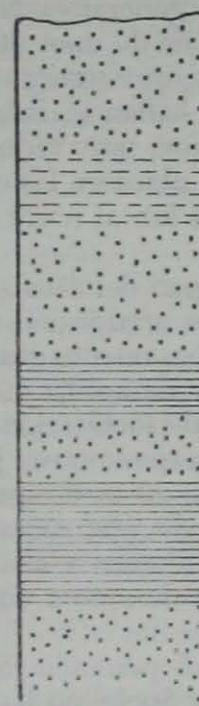
0.50 m limo gris verdoso.

1.10 m arcosa de grano mediano.

0.20 m arcilla gris oscura, compacta y dura.

1 m arcilla gris clara, compacta (gris "Silvia").

Arcosa rosada de grano grueso.





Una muestra común de la variedad gris clara ("Gris Silvia") de 1 m de espesor, analizada por el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, arroja los siguientes contenidos, en por ciento:

*Arcilla gris clara*

SiO <sub>2</sub> .....	49,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	32,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,40
TiO <sub>2</sub> .....	0,60
CaO .....	1,23
Na <sub>2</sub> O .....	0,50
K <sub>2</sub> O .....	1,48
Pérd. a 900°C .....	12,52

La firma Claudio A. Puentes comenzó la explotación del yacimiento en los primeros meses del año 1973, primeramente por vía subterránea y posteriormente a cielo abierto. La producción actual (noviembre de 1979) es de 800 t mensuales, preferentemente del material gris claro, que se destina en su mayor parte para abastecer a Cerámica San Lorenzo.

"Clariza", "Vallecito": Estos depósitos se localizan en las proximidades del paraje Las Torres, en el departamento Independencia; el acceso se efectúa desde Patquía por la ruta 26 hasta el Km 47,800 desde donde parte una huella hacia el norte que conduce a estos yacimientos luego de un recorrido de unos 30 km.

Según IÑIGUEZ (op. cit.) la secuencia en la zona se inicia con 20 m de arcosa con intercalaciones pelíticas, de color verde y en parte rojizo, que apoya en forma discordante sobre el granito; sigue 1,20 m de arcilla verde bien laminada; 5 m de arcosa con intercalaciones pelíticas, sobre la que apoya 1 m de arcilla carbonosa negra con marcada laminación, que alterna con niveles de arcilla negra más compacta con fósiles; en la base de este nivel se presenta 0,40 m de arcilla carbonosa gris con aspecto terroso; en el techo 0,50 m de arcilla gris estratificada con intercalaciones lenticulares de psamitas. Todo el conjunto cubierto por arcosas blanco-grisáceas con finos niveles de arcillas y areniscas micáceas con un espesor total de 13 m.

El horizonte aprovechable varía entre 1,20 m y 1,50 de espesor; se muestra compacto, con fractura concoide, con algunas pigmentaciones de óxidos de hierro; su rumbo general es N 12-15° O y buza 15° al E y su corrida es de unos 300 m.

Los yacimientos, que figuran a nombre de Francisco López y Socio, se hallan inactivos; sólo hace unos años fueron objeto de una muy reducida explotación.

"Don Paco": Se ubica en las cercanías del paraje Los Ranchos, a unos 4 km al norte del paraje denominado Las Torres.

El perfil geológico del área se inicia con un conglomerado y psamitas arcósicas que se apoyan discordantemente sobre el basamento granítico donde se observa un nivel lenticular de arcilla muy carbonosa, con rumbo N 7-8° y 20° de inclinación al este; 5 m de arcosa a la que se le superpone otros 1,50 m de arcilla carbonosa y arcilla gris; 20 m de arcosas con niveles de limolitas y 2,30 m de una sucesión de capas arcillosas carbonosas, gris arenosas y amarillentas y, finalmente, un potente banco de arcosa con finos niveles intercalados de arcillas.

El depósito, de 5 pertenencias mineras a nombre de Francisco López y Socio, no ha sido aún movilizado.

"Sonia": Esta propiedad, de 7 pertenencias a nombre

de Enrique Molina, se encuentra ubicada en el flanco occidental de la sierra de Paganzo, con acceso por la ruta 26 hasta el Km 47,800 y luego mediante una huella de dirección NE se alcanza el yacimiento luego de un recorrido de 24 km.

El depósito, según IÑIGUEZ (op. cit.), presenta un nivel de 0,20-0,30 m de arcilla blanca, en parte ferruginosa, que se aloja entre paquetes de areniscas rojas y blancas con sectores conglomerádicos. El horizonte arcilloso tiene rumbo N 60° O y un buzamiento de 8 a 10° SE. El mineral es altamente aluminoso (Cuadro 7); su explotación se realiza a cielo abierto en pequeña escala y en forma esporádica, destinada al abastecimiento parcial de la fábrica Cerámica Avellaneda.

Faraón: En la estancia homónima, ubicada en el faldeo oriental de la sierra de Vilgo, departamento Independencia, se registran varias minas o estaca minas ("Osiris", "Amonrá", "Anubis", "Keops", "Atilas", "Micerino", "Kefren", etc.) solicitadas por Cerámica Avellaneda y Enrique Molina.

El acceso al área se realiza desde Patquía por la ruta nacional 26 hasta el Km 47,800 y luego por medio de una huella en dirección norte se llega al campamento en un recorrido de 27 km.

En la región, de relieve escarpado con grandes desniveles, afloran rocas graníticas y tonalíticas sobre los que apoyan en discordancia sedimentos carbónicos de la F. Lagares, donde se emplazan horizontes arcillosos que afloran intermitentemente en una amplia zona. El rumbo de los estratos es N 70° E con buzamientos de 10-15° SE.

Observaciones realizadas en uno de los cortes ("Osiris") indica la siguiente secuencia, sobre un paquete conglomerádico de color rosado con lentes de areniscas que encierra finos niveles arcillosos:

- 0,25 m de arcilla gris blanquecina, blanda.
- 0,40 m de arcilla negra carbonosa, muy deleznable.
- 1,80 m de arcilla gris clara, dura, áspera al tacto, con finos niveles limo-arenosos.
- 1,20 m de arcilla negra carbonosa, compacta, con poca plasticidad.
- 10 m cubierta de arenisca arcósica rojiza con niveles conglomerádicos.

Una muestra de arcilla negra (0,40 m de espesor) extraída por los autores de este trabajo y analizada en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, registra los siguientes contenidos, en por ciento:

*Arcilla Negra*

SiO <sub>2</sub> .....	50,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	28,75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,00
TiO <sub>2</sub> .....	0,10
CaO .....	0,90
Na <sub>2</sub> O .....	0,50
K <sub>2</sub> O .....	2,35
Pérd. a 900°C .....	14,88

En noviembre de 1979, la zona cubierta por los pedimentos citados, estaba siendo explorada mediante algunos cortes a cielo abierto.

"Los Mogotes": La propiedad, de una pertenencia minera a nombre de A. P. GREEN ARGENTINA S.A., se localiza en el flanco occidental de la sierra de Los Co-



lorados, a unos 6 km al SE de la estación homónima del F.C.N.G.B., en el departamento Independencia. El acceso se efectúa desde Patquía por la ruta 74 hasta el puesto caminero de Vialidad Nacional (Km 1.104), y desde ese lugar por medio de una huella de dirección sudoeste se alcanza el yacimiento en un recorrido de 3 km aproximadamente.

Geológicamente el área está representada por afloramientos graníticos de color rojo y grano grueso y sedimentos del Paganzo constituido por conglomerado polimíctico en su base, areniscas arcóscas de grano mediano a grueso hasta conglomerádico de color rojo morado y finalmente areniscas grises, de grano medio a fino, con intercalaciones de horizontes lutíticos gris verdosos.

Los horizontes arcillosos se alojan en la F. Saladillo del Paganzo I (equivalente a la F. Lagares), sobre la cual se asienta en discordancia los denominados Estratos de Patquía, conformando según AMOS y ZARDINI (1962) una estructura braquianticlinal ligeramente asimétrica.

Se trata de bancos arcillosos de color negro a gris, de potencias que varían entre 0,15 y 1,20 m, intercalados en areniscas arcóscas multicolores que apoyan sobre un conglomerado rojo morado y tienen como techo areniscas gruesas hasta conglomerádicas blanquecinas, con intercalaciones de areniscas y lutitas gris verdosas. El rumbo del paquete sedimentario es N 35° O y su buzamiento 5-10° SO.

El yacimiento es reconocido en una corrida de unos 300 m y se lo trabaja por vía subterránea, existiendo un laboreo total del orden de los 350 m. El frente que se explotaba, en diciembre de 1980, registraba la siguiente secuencia, de abajo hacia arriba:

- 1,20 m arcilla gris oscura, compacta y de fractura concoide.
- 0,15 m arcilla negra muy carbonosa, blanda y deleznable.
- 0,55 m arcilla gris oscura, lajosa, untuosa al tacto y bastante blanda.
- 0,30 m intercalación de psamita arcóscica gris rosada.
- 0,75 m arcilla gris oscura, medianamente dura, áspera al tacto.

A continuación se transcriben dos análisis extraídos del trabajo de IÑIGUEZ (1973), correspondientes a las variedades negra y gris, en por ciento:

	Negra	Gris
SiO <sub>2</sub> .....	52,11	55,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	26,2	25,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,4	2,10
TiO <sub>2</sub> .....	0,4	0,5
MgO .....	0,19	0,19
Na <sub>2</sub> O .....	0,38	0,32
K <sub>2</sub> O .....	2,15	2,05
Humedad a 100°C .....	1,3	1,8
Pérd. por cal. ....	12,9	17,1

El yacimiento viene siendo explotado desde hace unos 20 años; inicialmente y hasta el año 1970 por la empresa Cerámica La Rioja S.A. y posteriormente por la firma A. P. GREEN ARGENTINA S.A., actuales propietarios. La producción mensual promedio era de 300 t (noviembre de 1979) que se destinaba a la fábrica de productos refractarios que posee la empresa en la ciudad de Córdoba.

"San Antonio": El depósito se emplaza unos 7 km en línea recta y en dirección NE de la propiedad descripta precedentemente y 2,5 km al este de la estación Los Colorados del FGB, a unos 2 km al oeste de la Cueva del Chacho y en las proximidades de la ruta 74 (Km 1.116).

La geología imperante en el área del yacimiento es similar a la señalada para "Los Mogotes". La secuencia sedimentaria (F. Saladillo), que aflora con varias decenas de metros de espesor y que contiene a los niveles arcillosos, se asienta sobre un cuerpo granítico rojo de forma subcircular. Dicha secuencia registra un rumbo general N 40° O y buzamiento de 15-20° SO. El material pelítico se lo reconoce mediante labores a cielo abierto, en una corrida de aproximadamente 600 m. Los niveles arcillosos, que se observan en un número de seis, registran espesores que oscilan normalmente entre 0,10 y 0,50 m; los mismos se hallan intercalados entre gruesos bancos de arcosas rosadas, limolitas y arcillitas rojizas y areniscas multicolores. La arcilla se presenta en niveles de color negro muy carbonoso, preferentemente en la porción inferior y en el techo de la secuencia, y gris medianamente oscura a gris verdosa mayormente en la fracción media del paquete sedimentario.

Una muestra de arcilla negra carbonosa de 0,20 m de espesor y otra gris de 0,20 m de potencia, según IÑIGUEZ (op. cit.), registran los siguientes contenidos, en por ciento:

	Arcilla Negra	Arcilla Gris
SiO <sub>2</sub> .....	56,00	53,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	28,30	31,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,20	0,90
TiO <sub>2</sub> .....	0,50	0,30
MgO .....	0,14	0,17
Na <sub>2</sub> O .....	0,61	0,70
K <sub>2</sub> O .....	1,10	1,06
Humedad a 100°C .....	2,00	2,50
Pérd. por cal. ....	12,00	12,70

El depósito, que se halla cubierto por 3 pertenencias mineras a nombre de Gregorio E. Ortiz, mantuvo actividad hasta el año 1974 y a partir de esa fecha se halla inactivo.

Los Colorados: MASTANDREA (1970), explora varios niveles arcillosos en una superficie de 80 Ha propiedad de la firma Cerámica Riojana S.A., localizada a unos 4 km en línea recta de la estación Los Colorados del FGB, con acceso por la ruta nacional 74 hasta el Km 1.119,5 y desde allí por una huella al SE de 4,5 km.

En un ambiente geológico de características similares al mencionado para "Los Mogotes" y "San Antonio", el autor reconoce 5-6 niveles arcillosos, de hábito a veces lenticular, formados por arcillas compactas, laminadas, negras a gris azuladas con poca plasticidad. Los mismos se presentan con espesores variables que oscilan entre pocos centímetros hasta más de 1 metro y se intercalan con horizontes areniscosos y conglomerádicos de potencias similares.

Según MASTANDREA (op. cit.) un amplio afloramiento granítico divide a la cuenca en dos sectores, uno norte y otro sur. En este último los horizontes arcillosos se han reconocido en corridas de 80 hasta 200 m, observando un rumbo general N 30-65° O e inclinación 10-15° SO, y espesores que varían entre



0,09 y 1,20 m. El sector norte, distante 900 m del anterior, registra corridas visibles de 80 a 120 m, potencias de 0,20 a 0,40 m, con un arrumbamiento N 30-40° y buzamiento de 7-10° al NO.

Los análisis practicados sobre 13 muestras de las distintas variedades arcillosas revelan contenidos entre 27,1-36,2 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 38-51,7 %  $\text{SiO}_2$  y 10,3-20,4 % de materia carbonosa.

Los altos contenidos en alúmina y los resultados registrados en algunos ensayos físicos, permiten clasificar a esta arcilla como refractaria.

#### *Malanzán-Zolca*

Este distrito registra grandes espesores de sedimentos continentales, con ambientes de depositación fluvio-lacustre, del Paganzo I y II, representados por la F. Malanzán y la F. La Colina, respectivamente. Ambas formaciones estudiadas por DI PAOLA (1972) y otros autores, registran niveles arcillosos impuros de amplia difusión.

La F. Malanzán asienta discordantemente sobre el basamento ígneo-metamórfico con una sucesión que se inicia con un grueso paquete conglomerádico con intercalaciones arcillosas; le siguen esquistos carbonosos, areniscas amarillentas y arcillitas con restos plantíferos, para culminar con bancos de conglomerados. La F. La Colina presenta en su base calizas arenosas rojizas, seguida por limolitas, lutitas, areniscas conglomerádicas, arcosas y finalmente areniscas tobáceas y tobas.

**Malanzán:** A unos 5-6 km de la localidad homónima, departamento F. Quiroga, se destacan afloramientos de arcillas negras y otras de color gris verdoso que alternan con bancos de areniscas en un espesor de 5-10 m. El rumbo del conjunto sedimentario es N 30-40° O y buza 7-10° NE. Dichas acumulaciones arcillosas impurificadas con arena y mica estarían situadas, según LÓPEZ (1980), en la porción superior de la F. Malanzán.

**Cerro Horcobola:** Al oeste del cerro homónimo, en el departamento F. Quiroga, distante 15 km al NO del Carrizal, se destaca una sucesión de conglomerados y areniscas con intercalaciones pelíticas, IÑICUEZ (op. cit.), sobre las cuales se dispone 1,50 m de arcilla verde laminada, luego 4 m de areniscas y finalmente 3 m de arcilla color morado con niveles areniscos intercalados que muestran estructura entrecruzada; el rumbo predominante es N-S con una inclinación de 20° hacia el oeste.

El material arcilloso muy impurificado pertenece, según LÓPEZ (op. cit.), a la F. La Colina (Paganzo II).

#### *Distrito Guandacol-Villa Unión*

En este distrito se incluye los afloramientos de las zonas de cerro Bola que presenta acumulaciones arcillosas en la base de la F. Guandacol (Paganzo I). La citada formación registra lutitas con restos plantíferos en su base, seguido por conglomerados lenticulares, areniscas verdes oscuras y finalmente areniscas gris claro a verdosas.

**Cerro Bola:** Afloramientos arcillosos se mencionan en la citada elevación, en el departamento Gral. Lavalle, ubicado unos 50 km al sur de Villa Unión; el acceso se realiza por la ruta 40 hasta el Km 454 de

donde parte una huella de unos 15 km de dirección SE que conduce al depósito del mismo nombre.

El mineral arcilloso, de color gris con impurezas carbonosas, según IÑICUEZ (op. cit.), se encuentra en posición sub-horizontal; su espesor es variable, alcanzando hasta 4 m y su longitud aflorante registra una corrida de cerca de 3 km. El mineral muestra impurezas de cuarzo y mica.

#### *Zona de Talampaya*

Esta zona ubicada en el departamento Gral. Lavalle, con acceso desde el Km 114 de la ruta 26, mediante una huella hacia el noreste en un recorrido de 65 km, transitable hasta cerca de los afloramientos con vehículo de doble tracción.

Se trata de una gruesa secuencia observada por IÑICUEZ (op. cit.) que se inicia con 22 m de arenisca arcósica morada, al que le sigue una sucesión de 5-6 capas de arcillas de 0,20 a 0,50 m de potencias, de color gris clara a gris carbonosa, con intercalaciones de niveles de arcosas.

El frente del afloramiento tiene un rumbo N 45° E con una corrida de 200 m. La posición de los estratos es 5-6° hacia el noroeste y pertenece a la F. Los Baños, porción superior del Paganzo I.

Según los análisis practicados por IÑICUEZ (op. cit.) los diferentes niveles de arcilla gris clara, registran buenos contenidos en alúmina y escaso en óxido de hierro, lo que determina su posible importancia económica.

#### *Distrito Cuenca del Sedacal y Quebrada de Los Sauces*

Al oeste de la ciudad de La Rioja, a una distancia que varía entre 9 y 21 km, en los departamentos Capital y Sanagasta y a una altura cercana a los 700-800 m s.n.m., se encuentran situadas las diversas minas de materiales arcillosos y caolínicos de la cuenca del Sedacal y de la quebrada de Los Sauces.

La cuenca del Sedacal corresponde al límite austral de la depresión tectónica que, en sentido meridional, ocupa el centro del macizo de la sierra de Velasco, dividiéndola a partir de su tercio medio hacia el norte, en dos estribaciones, la occidental, más potente, de rumbo N-S y la oriental que se dirige hacia el NE.

La quebrada del río de Los Sauces corta transversalmente la estribación oriental, a la altura de la ciudad de La Rioja, comunicando la cuenca del Sedacal con los llanos de éste.

El complejo rocoso que bordea la cuenca mencionada está representado por el basamento cristalino integrado por filitas, micacitas y otras metamorfitas intruidas por rocas graníticas. Hacia la parte inferior de la depresión, desaparecen bajo una cubierta de estratos continentales correspondientes al Paganzo.

Los citados sedimentos contienen los bancos de material arcilloso que fueron objeto de explotación. Se los observa sobre ambas márgenes del embalse de Los Sauces y muy en particular sobre el occidental donde asoman a través de largos trechos. Participan en la misma potentes bancos de conglomerados, areniscas y arcillas, estas últimas a veces carbonosas, cuya primitiva posición ha sido modificada por la acción de movimientos del Terciario. Los materiales que entran



en su composición han sido aportados por las rocas del basamento cristalino.

Entre los depósitos que han tenido relevancia en el pasado figuran "San Lorenzo", "Josefina" y "Victoria", que se alojan en zonas de fractura en el mismo basamento cristalino. Las minas "Libertad", "María I y II" y otras cuyos depósitos arcillosos se localizan intercalados entre paquetes de conglomerados y areniscas claras y arcosas rosadas de la F. Libertad, LÓPEZ (op. cit.), y la mina "Prudencia" donde los niveles de arcilla blanca se disponen intercalados entre areniscas conglomerádicas blancas y otros bancos de conglomerados y areniscas rojas, que corresponden a la F. Prudencia del Paganzo II.

"Prudencia": Se encuentra situada sobre la margen occidental de la cuenca del Sedacal (departamento Sanagasta), 21,5 km al SO de la ciudad de La Rioja.

El yacimiento que se halla inactivo desde más de dos décadas, según CABEZA (1951), presenta el siguiente perfil estratigráfico:

- I. Conglomerado constituido por rodados de cuarzo, granito, esquistos cristalinos, etc., con espesores de 0,70 a 2,70 m, llegando en ciertos sitios de la cuenca a un máximo de 18 m.
- II. Arenisca arcósica, a veces conglomerádica, de coloración gris clara, con potencias de 30 a 40 cm y hasta algunos metros.
- III. Arcilla gris verdosa, bastante compacta, de conformación lenticular, con espesores máximos de 1,20 a 1,50 m.
- IV. Arenisca arcósica de algunos decímetros de espesor.
- V. Arcilla compacta, de color gris verdosa con escamas de mica y partículas de cuarzo, con potencias de 0,80 a 3 m.
- VI. Arcilla arenosa de color gris verdosa y espesor superior a 1 m.

Según el autor citado, los contenidos en alúmina de las distintas variedades arcillosas oscilaban entre 29 y 33,72 % de  $Al_2O_3$ .

"María II": Se halla a 250 m al norte de la anterior. Dentro de un potente banco conglomerádico se intercala una capa de arcilla carbonosa, de rumbo NNO-SSE con buzamiento 80-85° ENE, que aflora en una longitud superior a los 200 m, con espesores de 30 cm en su extremo septentrional, a 2-3 m en los tramos centrales.

El material, de color negro, untuoso al tacto y fuertemente adherente, contiene nódulos ocráceos rojos y amarillentos. Muestra impregnaciones ferruginosas, particularmente en ambos costados del banco, y en ciertos sitios es dable observar restos de estructura vegetal.

La capa arcillosa descripta prosigue hacia el norte, con espesores variables, en la zona de la mina "María I" a través de varias decenas de metros, donde ha sido explotada superficialmente.

El yacimiento se halla paralizado desde hace varios años, observándose un corte abandonado de casi 200 m de longitud por 3 de ancho y 5-6 de profundidad, lo que indica que fue intensamente explotado.

"Victorina", "Josefina", "San Lorenzo" y "Ochoa-Huasi": Estos yacimientos considerados como de caolín hasta hace poco tiempo, se localizan en el paraje denominado quebrada del Abra, margen izquierda de la quebrada de Los Sauces, departamento Capital, dis-

tante unos 16 km de la ciudad de La Rioja por la ruta 75.

Según Rossi (1980), cada uno de esos depósitos se compone de varios afloramientos alineados según un rumbo general N 20° O en una faja que supera 1 km de longitud y un ancho de 60 m. El material que compone los depósitos, según la citada autora, está compuesto por un agregado triable de cuarzo fino de color blanco, con manchas rosadas; mineralógicamente, además de cuarzo, se determinó escasa caolinita y montmorillonita. Los análisis químicos realizados revelan contenidos de  $Al_2O_3$  que oscilan entre 3,4 y 9,1 % y valores de 84 a 90,1 % de  $SiO_2$ .

Se sugiere que estos depósitos de cuarzo detrítico, impurificados por sustancias arcillosas, se han originado como productos de esfuerzos tectónicos que afectaron a las cuarcitas del basamento cristalino durante el desplazamiento de los bloques, sin aporte hidrotermal.

Las acumulaciones detríticas, prácticamente agotadas, fueron explotadas por "caolín" en la década del cincuenta.

Es de señalar que CATALANO (1926) describe en el área depósitos de caolín secundario con leyes de 18,5 a 27,5 %  $Al_2O_3$ . El autor, al considerar la mina "Marta", indica que las masas caolínicas de ese y otros yacimientos se formaron por el arrastre y lavado del mineral primario a las partes más bajas.

"Libertad": Esta propiedad de 2 pertenencias mineras que figuran a nombre de la firma La Riojana S.A., ubicada a unos 400 m al NNO de "María II", ha iniciado recientemente trabajos de reactivación.

El yacimiento consiste en un horizonte arcilloso negro de varios decímetros de potencia, que se aloja entre bancos de conglomerados y areniscas de colores claros considerados integrantes de la F. Libertad del Carbónico medio a superior.

#### Distrito Famatina-Sañogasta

"Loma Blanca", "Amguinco": Los depósitos, que fueron esporádicamente objeto de explotación como "arcillas refractarias", se emplazan en ambiente de deposición de carácter marino. La F. Negro Peinado (Tremadociano inferior) es la entidad que apoya sobre el zócalo granítico y registra acumulaciones de esquistos arcillosos, destacándose los pedimentos "Loma Blanca", en las proximidades de la población de Miranda, sobre la ruta 40 y "Amguinco" en las proximidades de la localidad de Famatina. Dichos yacimientos desde varios años se mantienen inactivos.

#### Distrito Tinocan-Mazán

Sedimentos limo-arcillosos psamíticos y conglomerádicos del Plioceno (Araucanense) se depositan directamente sobre rocas del basamento cristalino que integran las sierras de Ambato, Velasco y Mazán. Junto a niveles arcillo-tripoláceos (ver Capítulo de diatomita), se destacan algunos horizontes arcillosos que constituyen los yacimientos "Los Zanjones", "Marta" y "Ñuñorco", propiedades emplazadas en el departamento Arauco y ubicadas en las proximidades de la localidad de Mazán.

"Los Zanjones": Esta mina declarada por Dianor S.A. como de arcilla, abarca 2 pertenencias, las que se encuentran ubicadas unos 15 km al S de Tinocán (Villa



Merbil), en las inmediaciones del río de Las Juntas; se accede desde la planta de Merbil S.R.L. por el camino a la mina "Paschiñango" por 4 km y de allí por una huella, en mal estado, de 11 km que conduce al yacimiento.

Este depósito lo constituye un pequeño bolsón de material limo-arcilloso de coloración verde clara, alojado en sedimentos castaño-amarillentos del Terciario superior a Cuartario bajo; consiste en dos cuerpos situados en sendas elevaciones, con potencias en el situado al NE de 8 m y de 6 m en el del SO; posee una cubierta estéril de alrededor de 7,5 m (VALANIA, 1969).

Según el autor citado, las reservas estimadas alcanzan a 2.420 t y 4.400 t para los sectores NE y SO, respectivamente, con densidades aparentes de 2,2.

Esta propiedad, así como "Angelita" (ver Capítulo de diatomita), en el momento de la visita se encontraban paralizadas y su acceso intransitable.

"Marta": De tres pertenencias, declaradas por caolín por el Sr. Moreno Ramón E. y Socio, se ubica unos 2 km al NNE de Tinocán (Villa Merbil) y a unos 300 m al N de la ruta nacional nº 60 Aimogasta- Villa Mazán, a 6 km al O de esta última localidad, en el distrito Mazán, departamento Arauco. Su acceso se realiza desde Tinocán a Villa Mazán por la ruta citada en un tramo de 1 km, tomando luego una huella a la izquierda, por 300 m hasta alcanzar el yacimiento.

Se emplaza en un relieve con desniveles inferiores a los 40-50 m ocasionados por numerosos pequeños cauces que cortan terrenos limo-arcillosos provocando cárcavas y barrancas; coronan las partes más elevadas mogotes de suaves pendientes.

El yacimiento se presenta formando 2 bancos de material arcilloso blanco a gris blanquecino de 0,15-0,25 hasta 0,33 m de potencia, separados por unos 15-20 m de sedimentos limo-arcillosos y hasta arcillosos de color castaño, estratificados en bancos limo-arenosos masivos, entre otros limo-arcillosos-micáceos que muestran una grosera laminación, siendo éstos los más compactos.

El banco inferior, de posición subhorizontal, puede ser observado en sentido N-S en unos 50 m con una potencia de alrededor de 0,25 m y 10 m en sentido E-O; su composición es predominantemente arcillosa, algo plástica, de coloración blanquecina con algunas manchas gris oscuras. El banco superior que yace en forma horizontal hasta 3-5° de inclinación al N, siguiendo la forma irregular de la escarpa sobre la cual se observa, se continúa en más de 500 m hacia el SO, pasando a la mina "San José" y unos 100 m hacia el NE, sobre "Marta"; es arcilloso blanquecino, con los 10 cm superiores algo arenosos y pardos y los inferiores grisáceos, con un espesor total máximo de 0,33 m.

Un perfil sobre el frente de explotación, en el momento de la visita (banco inferior), muestra de arriba hacia abajo:

- 0,90 m Sedimento limo-arenoso-arcilloso masivo, compacto, de color castaño claro.
- 0,10 m Arcilla, limo y arena dispuestos en una fina estratificación (capas de 0,3 a 1,5 cm).
- 0,12 m Material similar al de la parte superior del perfil.
- 0,14 m Sedimento arcilloso bien compacto, con grosera estratificación, color castaño claro con

sectores negruzcos. Se observan cristales de yeso de 0,1 a 0,3 cm.

0,54 m Material similar al de la parte superior del perfil, pero más compacto.

0,10 m Arcillas finamente estratificadas en bandas blanquecinas y castaño claras.

0,35 m Material similar al de la parte superior del perfil, pero más compacto.

0,25 m Banco productivo de arcilla blanca a blanca grisácea, a veces con manchas gris oscuras, presenta algunos cristales de yeso de hasta 1 cm.

Piso: El piso de la labor lo constituye un sedimento limo-arenoso bien compacto de coloración pardo clara.

En el momento en que se visitó el yacimiento (marzo de 1980), se explotaba el banco inferior, en un frente de 9 m de ancho, 10 m de avance hacia el E y 2,5 m de altura; otras labores se desarrollaron anteriormente hacia el N y S de ésta en una distancia de 50 m; por lo general los avances de los frentes se realizan hasta donde el encape alcanza los 4 ó 5 m. El banco superior fue explotado, ya sobre las minas citadas anteriormente, desde frente al establecimiento de la firma Melbil S.R.L. en Tinocán hasta unos 50 m al O de la labor referida en la mina en cuestión. Se trata de una labor irregular, tipo "camino de cornisa", con avances variables de 2 a más de 6 m y alturas de hasta 5 m. Según datos de mineros de la zona, estos 2 bancos, con características similares, han sido explotados en diversas minas hasta las cercanías de la zona conocida como Termas de Santa Teresita, unos 7 km al NE.

La explotación de la mina a cargo de la firma Merbil S.R.L., operaba a un ritmo variable, cercano a las 15-16 t mensuales, las que son transportadas al establecimiento industrial que esa empresa posee en Tinocán para su procesamiento y activación con  $\text{SO}_4\text{H}_2$ ; el producto es comercializado en Buenos Aires bajo la denominación de "arcillas decolorantes", para tratamiento de kerosene, gas-oil, etc.

Se tomaron las muestras, una común sobre 0,25 m banco inferior y una segunda sobre 0,33 m del banco superior:

	Banco Inferior	Banco Superior
SiO <sub>2</sub>	50,08	55,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,35	14,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,40	2,40
TiO <sub>2</sub>	—	—
CaO	3,38	3,69
MgO	4,88	1,50
Na <sub>2</sub> O	1,80	1,95
K <sub>2</sub> O	0,38	1,48
Pérdida a 900°C	22,85	19,20

Nuñorco: Se encuentra ubicada a unos 2.000 m al oeste de Tinocán (Villa Merbil), accediéndose a ella desde la localidad citada por la ruta nacional nº 60 hacia Aimogasta, por unos 1,5 km, desde donde parte una huella hacia el noreste que conduce al yacimiento, distante unos 500 m de la ruta mencionada.

Se emplaza en un relieve con desniveles no mayores de 30 m, producto de una apretada red de pequeños cauces irregulares, que cortan a terrenos arenosos y limosos, que encierran algunos clastos mayores, de posición subhorizontal, entre los cuales se intercalan



los depósitos de interés; las labores se desarrollan en una meseta alargada en sentido N-S escindida a ambos lados por dos pequeñas quebradas que se unen hacia el Sur.

El yacimiento consiste en un banco que puede ser reconocido en unos 200 m en sentido NNE-SSO y 70-80 m perpendicularmente. Su rumbo es N-S y yace en forma horizontal hasta 5-6° O; presenta espesores de 0,7 a 1,10 m en las labores orientales y hasta 1,50 m, continuándose en el piso, en las occidentales; VALANIA (op. cit.), registra una potencia media de 1,77 m; sobre él se observa un encape más o menos uniforme de 2 a 3 m.

El material útil es limo-arcilloso, presentando en algunos sectores una distribución irregular de granulometría arenosa fina; su coloración es blanquecina a gris blanquecina, con leves tonalidades amarillento-verdosas y es medianamente compacto; es masivo en el sector Oeste, aunque con algunas intercalaciones lenticulares blancas de 3 a 4 cm de espesor, que corresponden a horizontes con diatomitas, mientras que en el sector Este muestra cierta laminación, con un banco central arenoso y compacto, de coloración grisácea, de 20 cm de espesor. El techo constituye un material limo-arcilloso verde grisáceo y rosado dispuesto por lo general en forma bandeada, que culmina con arena-limosa parda a pardo-rojiza, con sectores bien masivos; el piso, que ha sido observado únicamente en las labores orientales es una arenisca pardo grisácea, algo friable, con estratificación entrecruzada.

Un perfil de uno de los frentes en explotación muestra lo siguiente, de arriba a abajo:

- 1,60 m Material areno-limoso pardo rojizo, sin estratificación, en parte arenisca bien cementada, que por meteorización forma duras planchas o escamas grisáceas.
- 0,60 m Material limo-arcilloso rosado a pardo-rojizo, con bandas limo-arcillosas verde-grisáceas claras.
- 0,60 m Material limo-arcilloso verde grisáceo claro.
- 0,90 m Material arcilloso blanco a blanco grisáceo, con sectores que muestran cierto contenido de la fracción arenosa. Se continúa en el piso de la labor.

VALANIA (op. cit.) considera a este depósito como constituido por limos y arcillas tripoláceas y estima una reserva de 7.567 t de estos materiales, con densidad media de 1,8.

Se tomaron las muestras: 16, esquirlas labor oriental y 17, común sobre 0,90 m, labor occidental, cuyos análisis registraron, en por ciento, los siguientes valores:

	16	17
SiO <sub>2</sub> .....	62,35	47,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,05	7,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,80	5,60
TiO <sub>2</sub> .....	0,40	0,10
CaO .....	3,07	16,29
MgO .....	1,77	1,77
Na <sub>2</sub> O .....	3,50	2,00
K <sub>2</sub> O .....	2,50	2,00
Pérd. a 900°C .....	10,64	17,80
	100,08	100,21

En el momento de la visita (marzo de 1980), este yacimiento era trabajado esporádicamente por el

Sr. Mateo Luna, en el sector occidental, en una labor alargada de unos 50 m en sentido N-S, con avance al E de 8 a 10 m y una altura media de 4 m, sobre el que existían 3 frentes de arranque. En el sector oriental existe una labor, abandonada, de la misma longitud que la anterior y de rumbo NNE, con avances variables hacia el oeste.

El material extraído es procesado en una planta que el propietario posee en la ciudad de La Rioja y comercializado como "arcillas decolorantes".

## SALTA

En las cercanías de la ciudad capital se hallan instaladas dos fábricas de cerámica, a saber: Cerámica Salteña S.A. y Cerámica del Norte S.A. que abastecen el mercado local; asimismo parte de su producción se destina a las provincias vecinas. El material en explotación es extraído del paraje denominado "La Isla", situado a 8 km al sur de Salta.

*Cerámica del Norte S.A.*: Se llega a la cantera de esta empresa por la ruta provincial nº 26 hasta el Km 6 para luego tomar una calle vecinal al oeste, a través de 3 km, que conduce a la misma. Se localiza en las proximidades del río Arenales, al este de los cerros La Pedrera y La Quesera, en el departamento Cerrillos.

El yacimiento ocupa una superficie aproximada de 30 Ha, mientras que la cantera propiamente dicha abarca un área de 2. Esta presenta una forma semi-circular en planta, siendo sus dimensiones 150 por 80 m; se trata de un material limo arcilloso a arcilla, del Holoceno, de color castaño claro a gris, suave al tacto y con escasa materia orgánica (raíces).

En el momento de la visita, noviembre de 1980, se explotaba el sector NE de la cantera, extrayéndose una muestra común (1) que fue analizada en el Laboratorio Químico del Servicio Minero Nacional; se vuelca asimismo otra muestra obtenida por RUIZ HUIDOBRO (1968) y analizada en el mismo laboratorio (2), expresadas en por ciento:

	1	2
SiO <sub>2</sub> .....	59,22	58,91
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,15	19,99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,00	5,81
TiO <sub>2</sub> .....	1,10	—
CaO .....	0,97	2,35
MgO .....	3,01	1,90
Na <sub>2</sub> O .....	2,00	—
K <sub>2</sub> O .....	4,35	—
Pérd. a 900°C .....	6,37	6,98

La empresa está radicada desde hace cuarenta años y elabora distintos tipos de tejas; la explotación se realiza en forma mecanizada y con un ritmo de producción de 400 t/día.

*Cerámica Salteña S.A.*: Se localiza a 1.300 m al este de la anterior, presentando el material en explotación características similares al descrito precedentemente. La cantera adopta la forma en planta de "L", con su eje mayor en sentido E-O, siendo sus dimensiones: 300 m de largo por 80 de ancho por 2 de profundidad (promedio). Es explotada en forma mecanizada, siendo su producción 200 t/día.

Los siguientes análisis corresponden a muestras tomadas por RUIZ HUIDOBRO (op. cit.) en esta cantera, en por ciento:



	10	11	12
Insoluble HCl .....	63,6	60,2	61,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,0	7,1	6,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,3	15,7	18,1
CaO .....	2,8	4,4	2,9
MgO .....	0,7	1,1	1,1

Esta firma fabrica diversos tipos de ladrillos huecos.

#### *Cueva Real o Cleopatra*

Este depósito se localiza a 25 km al SO de San Antonio de Los Cobres, departamento Los Andes. Dentro de la unidad morfoestructural de la Puna, en las proximidades de la quebrada de Organullo, en un ambiente representado por suaves lomas recubiertas con abundante detritos de falda. El yacimiento ocupa una superficie de 2 Ha aproximadamente, donde se han efectuado varias labores irregulares a cielo abierto.

El material que se explotó es de color blanco a blanco grisáceo, áspero al tacto y de fractura concoide; se astilla fácilmente y constituye estratos de 10 a 20 cm de potencia. El rumbo de esos estratos es N-S y su inclinación variable, 10 a 20° al oeste. En otros sectores cercanos se observa una arcilla parda y dura por encima de un conglomerado ligeramente caolinizado, además de un material de aspecto tobáceo.

La mayor parte de lo extraído se presenta en cancha, pudiéndose determinar a "priori" que debido a sus propiedades, el material no es beneficiable. El yacimiento se encontraba paralizado en noviembre de 1980.

#### TUCUMAN

Con destino a la industria de la cerámica roja se aprovechan sedimentos cuaternarios en las vecindades de la ciudad capital de la provincia. Dichos sedimentos son explotados irregularmente en distintos sectores, a partir de los últimos años de la década del cuarenta, en una franja de dirección N-S, de unos 7 km de largo y 2-3 de ancho, que se emplaza en el límite occidental de la ciudad de San Miguel de Tucumán, en el pie oriental del Cerro San Javier, departamento Tafí.

Se trata de un material limo-arcilloso, plástico, de color pardo a gris oscuro. Dicha tierra aluminosa suele contener delgadas lentes arenosas y también pequeños nódulos de tosca (tosquillas). Por debajo de los 2,5 m de profundidad normalmente se incrementa la proporción de los nódulos calcáreos y de arena, lo que constituye el límite de explotación.

Según la Estadística Minera de la Nación, en el período 1967-1979 Tucumán produjo 953.223 t, de las cuales 678.623 corresponden a los años 1978-79. El material es explotado y aprovechado por cuatro fábricas de cerámica roja instaladas en las inmediaciones de la capital provincial.

#### *La Cartujana*

El depósito arcilloso se localiza en la población de San José, departamento Tafí, a 8 km al norte de la ciudad de San Miguel de Tucumán, con acceso por el denominado Camino del Perú.

Se trata de un material pardo grisáceo, plástico, en partes poroso y con finos nódulos de tosca ("tosquillas"). Por debajo de los 2 m se incrementa la "tosquilla" y la proporción de limo y arena; la porción superior está constituida por 10-15 cm de tierra vegetal.

Un análisis de una muestra extraída en octubre de 1980 de uno de los frentes de trabajo, arrojó los siguientes contenidos, en porciento:

SiO <sub>2</sub> .....	57,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16,40
TiO <sub>2</sub> .....	0,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,80
CaO .....	2,47
MgO .....	2,44
Na <sub>2</sub> O .....	1,53
K <sub>2</sub> O .....	4,75
Pérdida a 900°C .....	7,50

La explotación se realiza por medio de una excavación que cubre unas 4 Ha, hasta una profundidad de 2 m, de forma subcircular con avance preferente hacia el sur. Dicha labor se halla en un terreno de 99 Ha propiedad de la firma. La producción oscila normalmente entre 1.000 y 1.500 t mensuales, que se destina a la fábrica La Cartujana S.R.L., elaboradora de distintos tipos de ladrillos huecos, tejas y cerámica. La referida planta industrial inició sus tareas en el año 1949 y opera en forma semi automática.

#### *Cerámica Matas S.A.*

El yacimiento se halla ubicado en la población Las Higuieritas, en el departamento Tafí, distante 3 km al SO de la ciudad de San Miguel de Tucumán, con acceso por el Camino del Perú.

El banco que es motivo de explotación alcanza una potencia de 1,5 m con un encape de tierra vegetal de 0,15 a 0,20 m. Se trata de un sedimento limo-arcilloso, masivo, de color pardo a gris oscuro y pardo rojizo cuando la humedad contenida es alta. Suele observarse pequeños nódulos calcáreos diseminados esporádicamente en algunos sectores del banco.

En una superficie de aproximadamente 2 Ha, propiedad de la empresa Cerámica Matas S.A., se registran diversos cortes irregulares de donde se extraen unas 800-1.000 t mensuales que se destinan a la fabricación de ladrillos huecos, en diversos moldes. La planta, que trabaja en forma continua desde el año 1948, opera con métodos rudimentarios y con hornos alimentados a leña.

#### *Cerámica Staneff S.A.*

La planta de referencia se emplaza en el Km 7 y 1/2 del Camino del Perú, en la población de San José, departamento Tafí. Dicha fábrica, de unos 10 años de antigüedad, trabaja automáticamente produciendo distintos tipos de cerámica roja. Se abastece de material limo-arcilloso de una cantera sita a 5 km al SO de la planta, en terrenos propiedad de la firma.

La tierra aluminosa que se explota es plástica y de grano muy fino, de color pardo claro con cierto tono verdoso; un análisis de la arcilla señala los siguientes contenidos, en porciento:

SiO <sub>2</sub> .....	56,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,40
TiO <sub>2</sub> .....	0,70
CaO .....	2,47
MgO .....	2,88
Na <sub>2</sub> O .....	2,00
K <sub>2</sub> O .....	5,46
Pérdida a 900°C .....	7,00



La explotación se efectúa por medio de un corte de 120 m de largo, de dirección norte-sur, un ancho de 40 y una altura que oscila entre 2 a 2,5 m. Por debajo de los 2,5 m el material aparece muy poroso y con abundante "tosquillas" que impide su aprovechamiento para la industria cerámica. La producción oscila entre 1.000 y 1.200 t mensuales.

#### *Sacel-Cerámica Tucumana*

El yacimiento se ubica a menos de 1 km al este de la cantera de La Cartujana. El material muestra características megascópicas similares al de la citada cantera, aunque algo más limoso y con proporciones elevadas de arena que se incrementa por debajo de los 2 m de profundidad.

El análisis de una muestra común, de uno de los frentes, presenta los siguientes contenidos, en porcentaje:

S.O <sub>2</sub> .....	59,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,20
TiO <sub>2</sub> .....	0,60
CaO .....	1,85
MgO .....	2,66
Na <sub>2</sub> O .....	1,42
K <sub>2</sub> O .....	4,37
Pérdida a 900°C .....	7,96

Se registra un corte de avance hacia el norte, con una penetración de 60 m, un ancho de 35 y una altura de 2,20 m. Se trabaja en forma manual sin mecanización alguna. La producción, del orden de las 1.500 t mensuales, se destina a la fabricación de ladrillos huecos y cerámica de diferentes modelos y medidas. La fábrica fue instalada en el año 1947 y desde entonces opera manualmente con hornos alimentados a leña.

#### AMIANTO (ASBESTO)

En la región en consideración, dos de las provincias que la integran, La Rioja y Catamarca, registran cuerpos de rocas magnesianas de hábito lenticular, que se emplazan en ambiente de esquistos cristalinos y contienen concentraciones de asbestos.

Comercialmente bajo el nombre genérico de asbesto o amianto se designan a distintos silicatos hidratados, con predominio de magnesio, que se caracterizan por su estructura fibrosa. Se clasifican según su composición en dos grupos principales, los serpentínicos y los anfibolíticos. El crisotilo, que pertenece al primer grupo, y la variedad antofilita, como representante del segundo, se conocen en territorio riojano, mientras que solamente antofilita se señala en Catamarca. En general las fibras de los asbestos anfibólicos son largas y quebradizas mientras que las de crisotilo, si bien más cortas, son flexibles, fáciles de tejer y por lo tanto revisten mayor importancia en su empleo industrial como fibras hilables en la elaboración de telas para distintos usos.

El conocimiento de la existencia de serpentinitas amiantíferas en la precordillera riojana data de principios de la década del cuarenta, época en que en la quebrada de Los Palacios se inició la explotación de antofilita y se mantuvo en forma discontinua por algunos años.

Durante la década del cincuenta se reconocen en la zona del Bolsón de Jagüé, en el cordón de la Escarcha

y flanco oriental de la sierra de Toro Negro, afloramientos de rocas serpentínicas con fibras de crisotilo.

En las postrimerías de la década citada se reconocen los cuerpos serpentínicos, portadores de antofilita y crisotilo, que se emplazan en la porción occidental del bolsón de Jagüé, en la unidad orográfica conocida como cumbres de la Escarcha y también fueron reconocidos en el sector oeste de Valle Hermoso, cuerpos similares con fibras de crisotilo.

Acerca del origen de estos materiales se admite que los cuerpos de asbesto anfibólicos se formaron por acción de soluciones termales sobre serpentinitas o esquistos anfibólicos a lo largo de zonas de falla, y para los de crisotilo se consideran vinculados con el proceso de formación de serpentinita por autometamorfismo de rocas ultrabásicas.

El interés puesto de manifiesto sobre este material de considerable valor industrial queda evidenciado por los diversos estudios geológicos y de exploración con miras a definir las potencialidades de los distritos, así como por el número de denuncias y pedimentos mineros registrados.

La producción total de asbesto en las dos provincias consideradas fue, según la Estadística Minera, de 3.046 t, de ellas corresponden 2.676 para La Rioja, durante el período 1943-1957; y de 370 para Catamarca entre los años 1943-1949.

#### CATAMARCA

Esta provincia cuenta con depósitos de asbesto localizados en el paraje conocido como La Mesada, distrito Saujil, departamento de Tinogasta, se trata de los yacimientos "Santa Rosa" y "Santa Julia", ubicados a los 27° 00' 20" lat. S-67° 37' 50" long. O y emplazados sobre la margen O del Río Grande, al S del Cerro Azul, en la cordillera de San Buenaventura, a 3200-3300 m s.n.m.

Se alcanza desde Fiambalá a Medanitos a través de 71 km por camino transitable, desde allí por una senda al NO, por espacio de 50 km hasta Mesada de los Zárates, para proseguir luego por un camino en herradura de 20 de extensión hasta el área, lo que hace un total de 141 km.

En la región afloran esquistos gneísicos inyectados del basamento y relleno moderno representado por detritos de falda y médanos, dicho basamento es intruido, subconcordante y discordantemente, por cuerpos de serpentinita portadores de las guías de amianto.

OLIVERI (1956) estudia esos cuerpos que conforman un afloramiento alargado en sentido NNE-SSO, y describen una S abierta, de 230 m de longitud y 25 de ancho promedio. Se trata de una roca negro verdosa, compacta y fracturada en ciertos sectores. Mineralógicamente está compuesta por antigorita principalmente acompañada por restos de olivina fibrosa, magnetita, muscovita, fuchcita y calcita.

Las guías de amianto, antofilita, de color verde grisáceo se bifurcan y anastomosan entre sí. No se observa un rumbo general definido pero no obstante se distingue un paralelismo entre las guías y el límite del cuerpo. El ancho de las mismas es variable, de pocos cm hasta 60 y son más abundantes en el extremo austral del cuerpo.

Las fibras se orientan oblicua o paralelamente a las paredes "Slip fiber", siendo su longitud de hasta 1 m.



En lo que se refiere a la calidad del material es dable señalar la posibilidad de extraer fibras largas y compactas que se van tornando cada vez más finas y frágiles. Por su falta de flexibilidad no son aptas para el hilado. Al ser calentados se vuelven sumamente quebradizas. En resumen, brinda fibras relativamente cortas y quebradizas que se podrían emplear en la elaboración de filtros para ácidos, cajas de acumuladores y cintas de frenos.

Se han efectuado labores a cielo abierto (cantera) y subterráneas (200 m de socavones y galerías). OLIVERI (op. cit.) cubica unas 600 t de mineral probable. La Estadística Minera indica una producción para el período 1943-1949 de 370 t.

A partir del último año citado los trabajos se hallan paralizados.

### LA RIOJA

Los cuerpos serpentínicos portadores de antofilita y crisotilo que se emplazan en la porción meridional de la región precordillerana de La Rioja, en los sectores occidentales del bolsón de Jagüé y del Valle Hermoso, ocupan una extensa superficie en los departamentos Gral. Sarmiento y Lamadrid, donde se registran más de 200 minas, solicitadas por diversas empresas entre otras por H. Prados, J. y C. Casale, San Roque S.A. y Minamianto SAMI.

En el distrito de Jagüé se encuentran los yacimientos que registran mayor información, como ser: "Polanco", "Santa Lucía" y "Santa Ana", en la quebrada de Los Palacios; y "Virgen del Valle" y "Santa Clara", en la quebrada del Toro.

En el área de Valle Hermoso las minas más conocidas son "Remigio" y "Ernesto".

Para la región de Jagüé varios fueron los autores que se ocuparon del tema, primeramente ARIGÓS (1954), quien realiza una primera interpretación de la geología del sector; GONZÁLEZ BONORINO (1962) emite un informe sobre la potencialidad de las masas serpentínicas, describiendo con mayor detalle las áreas de "Polanco" y "Santa Clara"; VALANIA y MADEL (1962) efectúan observaciones geológicas sobre la zona que nos ocupa; CABEZA (1965) materializa relevamientos topográficos y geológicos en el yacimiento en cuestión —"Santa Clara"—; JUTORÁN (1956) y CABEZA (op. cit.) esbozan planes exploratorios con la finalidad de comprobar la profundidad de los cuerpos de serpentina.

Entre los trabajos más recientes caben señalarse los efectuados por: ACEÑOLAZA y BERNASCONI (1969), BERNASCONI (1970), ACEÑOLAZA *et al* (1971) quienes se refieren a distintos aspectos económicos y geológicos del distrito amiantífero. Además de los citados debe añadirse el informe económico industrial sobre los depósitos "Virgen del Valle" y "Santa Clara" elaborado por LAWRENCE (1970) y finalmente ACEÑOLAZA *et al* (1975) presenta una síntesis de estos yacimientos, indicando sucintamente las características particulares de cada uno de ellos, tanto en sus aspectos mineralógicos como estructurales, tonelaje de los cuerpos mineralizados y el contenido en fibra.

Para Valle Hermoso cabe citar los trabajos de MURICI (1960), describiendo los yacimientos "Ernesto" y "Remigio"; GONZÁLEZ BONORINO (1960), realiza un análisis de algunas muestras de esa zona; CABEZA y CAFFARENA (1965), se refieren a distintas cuestiones geoeconómicas del área que nos ocupa.

Finalmente MAISONAVE (1979) efectúa un completo estudio geológico de este sector de la provincia.

El marco geológico regional está conformado según ACEÑOLAZA *et al* (1975) por rocas cristalinas, metamórficas, inyectadas por filones de cuarzo-feldespato y lamprófidos, conjunto atribuido al Precámbrico y designado F. Espinal por TURNER (1964) y F. Serpentinita Santa Clara por ACEÑOLAZA *et al* (1971). Por encima de estas unidades se registran lutitas y calizas de edad ordovícica —F. Río Bonete— a las que a su vez se superponen espesores notables de sedimentitas neopaleozoicas. La F. Espinal y sedimentitas ordovícicas son intruidas por un cuerpo granítico. Asimismo durante el paleozoico un evento magmático andesítico afecta a todas las unidades aflorantes. La sucesión sedimentaria sufre la acción de metamorfismo regional dinámico y metasomatismo que dan lugar a la formación de metacuarcitas, anfibolitas, mármoles y esquistos de edad precámbrica o eopaleozoica. La F. Espinal está intruida por cuerpos serpentínicos, portadores de amianto, que se ubican concordantemente dentro de la estructura regional; son lenticulares y de extensión variable, hasta 200 m de longitud y una potencia que puede alcanzar los 100 m. Se disponen en amplia estructura monoclinial, de rumbo NNO-SSE y buzamiento al SO, siendo su coloración oscura: verde a negro. Las lentes menores son concordantes y las mayores globosas. GONZÁLEZ BONORINO (1962) describe así a las mineralizaciones localizadas en la quebrada de Los Palacios ("Polanco", "Santa Ana", "Santa Lucía").

#### Cuerpos menores

— agregado de cristales columnares y aciculares de antofilita, de coloración verde clara.  
Estructura más o menos radial; fibra variedad "estrella", de baja calidad.  
En bordes de deformación el talco reemplaza a antofilita.

#### Cuerpos mayores

— antofilita en cristales de varios cm, de color verde oscuro debido a la presencia de antigorita.  
Disposición de las fibras radial o entrecruzada, variedad "amianto riojano"; los nudos de alteración, que la subdividen, disminuyen la resistencia de la fibra.

La presencia de talco es común en estos agregados y cuando el mismo es abundante, recibe el nombre de "piedra sapo", donde la fibra ofrece comúnmente una longitud de 1 a 5 cm, un brillo resinoso y una coloración verde clara.

ACEÑOLAZA *et al* (1975) afirma al considerar las características litológicas que: 1) La serpentización de la roca original es completa y homogénea. 2) No se observa efecto de metamorfismo de contacto —desarrollo de cornubianitas— sobre la roca de caja. 3) Tanto la serpentización como las venillas de crisotilo y antofilita permanecen dentro de los límites originales de la masa ultrabásica. 4) Los cuerpos se hallan serpentizados en más de un 95 % y no existe variación mineralógica, raramente brucita y talco.

En cuanto al origen de las mineralizaciones se atribuye a partir de un magma ultrabásico por reacción metamórfica del líquido acuoso silíceo con la olivina y enstatita.

Esta provincia ha producido 2.676 t de amianto desde 1943 hasta 1957, con una producción máxima de 1.000 para 1955, según registro de la Estadística Minera de la República Argentina; preferentemente de "Ar-



monía I-II" sitas en la quebrada de Los Palacios. Arrojando los siguientes promedios por quinquenio:

1943-1947 .....	108 t
1948-1952 .....	197 t
1953-1957 .....	230 t

A partir del año 1957 no se registra actividad en el territorio provincial.

### *Bolsón de Jagüé*

JUTORÁN (1956) establece para el Bolsón de Jagüé cinco sectores con mineral: a) Quebrada de Los Palacios, al NO del campamento, con los yacimientos "Polanco", "Santa Lucía", "Santa Ana" y "Virgen de Andacollo". b) Sobre el flanco occidental de la sierra de Toro Negro, al NE del campamento, con las minas "Boni del Alto" y "Boni del Bajo". c) Faldeo SO del cerro Negro al NNE del campamento, con los yacimientos "Santa Teresa" y otros. d) Sobre la margen izquierda de la quebrada del Toro, al NO del campamento, comprende los depósitos "La Torre", "Pabellón", "San Cayetano", "El Rodado" y "Cuesta Alta". e) Quebrada del Toro, al N del campamento, las minas "Virgen del Valle" y "Santa Clara". Los tres sectores primeramente citados contienen antofilita y los dos restantes antofilita y crisotilo.

En la *quebrada de Los Palacios* se localizan de N-S, a lo largo de 2 km, las siguientes minas:

"Polanco": Se trata de un cuerpo de serpentinita que se emplaza sobre el flanco norte del cerro homónimo. Presenta forma oval, con un extremo globoso al sur; es concordante y observa un buzamiento de 60° O. Es intruido por pegmatitas de hasta 1 m de potencia y su roca de caja es una metacuarcita (según G. Bonorino un esquistos cuarzo-feldespatítico-micáceo), que inclina 65° O. Está constituido por antofilita y antigorita, la citada en primer término se manifiesta a modo de lentes de 8 cm de potencia y de hasta 1 m de largo. GONZÁLEZ BONORINO (op. cit.), aprecia que el 80 % de las fibras corresponden a antofilita-antigorita y el 20 % restante a la variedad "estrella", donde este ortoanfíbol, de hábito fibroso, se dispone en agregados aciculares paralelos o con estructura fibrosa radiada (Fig. 14).

Los trabajos realizados consisten en un frente de cantera de 6 m de altura, asimismo un pique de 6 m de profundidad y una galería de 4 que llega hasta la roca de caja. VALANIA y MADEL (op. cit.) cubican 6.000 t de mineral probable.

"Santa Lucía": Se localiza en la ladera norte de la quebrada en estudio, a 3,5 km de la planta de concentración de "Polanco". Representa un cuerpo de contorno piriforme, con una corrida de 60 m, en sentido NE-SO y un ancho máximo de 24, que contiene cristales de antofilita, más o menos radiados, con serpentina intersticial. Es concordante. En su margen oeste se observó una faja antofilitica de 3 m de ancho. La serpentinita se ve afectada por la intrusión de filones pegmatíticos y lamprofíricos, que la cruzan en distintas direcciones. La variedad de fibra tipo "estrella" es escasa.

Registra una cantera, con un fuerte desnivel -15 m- y 3 labores subterráneas inaccesibles. VALANIA y MADEL (op. cit.), estiman 20.000 t de mineral probable.

"Santa Ana": Incluye los cuerpos Santa Ana Norte y Sur. El primero de los citados observa una longitud

de 34 m y un ancho de 17. Se localiza en el filo que separa la quebrada de Los Palacios de la Puntilla. El otro es un poco más irregular, su extremo sur se acuña; sus dimensiones son 45 m de largo y 18 de ancho. Ambos cuerpos desarrollan una forma lenticular, aunque el segundo aparece cortado por un dique lamprofírico. La roca de caja está constituida por una metacuarcita de coloración clara.

Han sido trabajados a cielo abierto, representados por pequeños cortes, además de tres piques y tres galerías. GONZÁLEZ BONORINO cubica 25.000 t de mineral probable, con un error de 20 %.

Para el conjunto de yacimientos ("Polanco", "Santa Lucía" y "Santa Ana"), GONZÁLEZ BONORINO (op. cit.), calcula una reserva total de 81.700 t.

En la *quebrada del Toro* a 13 km al N de "Polanco", se halla otra zona mineralizada, con similares características geológicas a las de la quebrada de Los Palacios. El complejo metamórfico observa una estructura monoclinial, con inclinaciones de 25-50° al NO, pero con mayor replegamiento. Los cuerpos serpentiniticos son lenticulares y concordantes; de origen peridotítico, se trata de una masa de antigorita donde se encuentran venillas subparalelas de crisotilo -mineral motivo del estudio- en los yacimientos: "Virgen del Valle" y "Santa Clara".

"Virgen del Valle": Se emplaza en la margen oriental de la quebrada mencionada, es el segundo en importancia dentro de los cuerpos serpentiniticos portadores de crisotilo, ocupando una superficie de 19.600 m<sup>2</sup>. De forma irregular, aunque concordante con la estructura regional, presenta una longitud en sentido N-S de 200 m y un ancho variable. La masa de serpentinita se encuentra fisurada y diaclasada donde se distribuyen irregularmente venillas de mineral; se trata de fibras "cross fiber" (normales a las paredes) en su mayoría y escasas de tipo "Slip fiber" (paralelas). A veces presentan una sutura central, debido al crecimiento opuesto de las fibras. Su color es verde, iridiscente, hasta pardo oscuro. El tamaño va desde 3 cm hasta 1 cm. La roca serpentinitica es de coloración verde oscura y se halla intruida por filones pegmatíticos.

Las labores son varias de pequeñas dimensiones salvo la legal, registran 15 m de largo -5 de ancho- y 4 de alto. Las reservas calculadas arrojan 838.528 t de serpentinita con presencia de crisotilo y 870.799 t sin fibras de crisotilo visibles en superficie. NIETO y BEIRAS (1968) realizan un recuento sistemático que sobre 194 muestras sólo 0,98 % están mineralizadas. LAWRENCE (1970) extrae 5 muestras, siendo el resultado de su análisis tecnológico desfavorable.

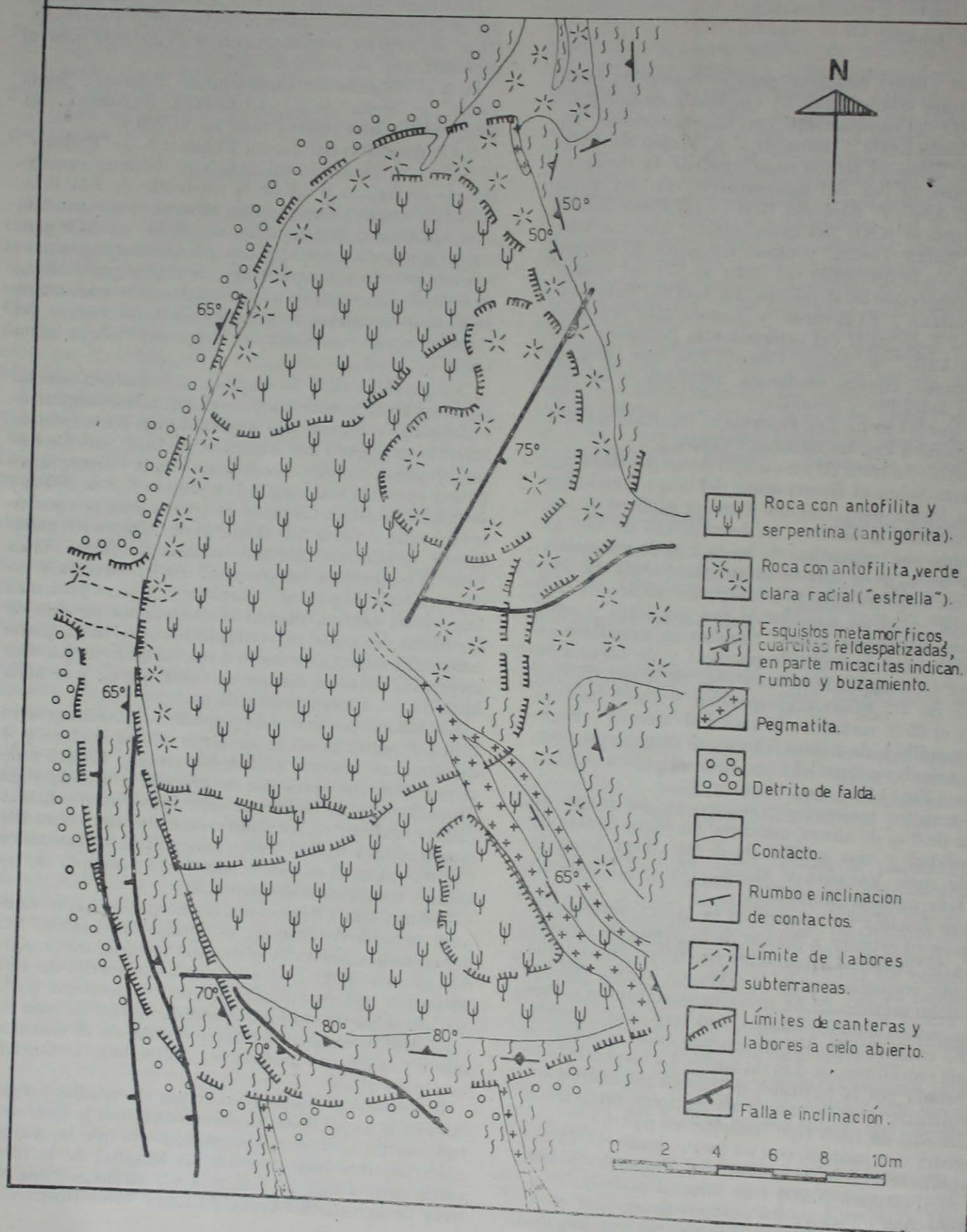
"Santa Clara": Representa el cuerpo de mayor volumen portador de crisotilo; se localiza en el faldeo NO del cerro homónimo. Registra una longitud máxima de 800 m en sentido E-O y un ancho promedio de 150. El mismo está constituido por una serpentinita verde azulada a pardo verdosa, concordante con su roca de caja, una metacuarcita feldespatizada en el contacto norte y esquistos-anfibólicos, anfíbolitas, sustancialmente en el sur.

El crisotilo se dispone en forma de venillas irregulares en la serpentinita, preferentemente en la zona central -sector de mayor fracturación- ya que las marginales son más bien estériles. La longitud de la fibra oscila entre 1 mm y 1 cm, rara vez alcanzan 2 cm. Se trata de la variedad conocida como "cross fiber".



Fig. 14

BOSQUEJO GEOLOGICO DE MINA "POLANCO", DPTO. GRAL. SARMIENTO - LA RIOJA. SEGUN GONZALEZ BONORINO, 1962 (simplificado)





Se han realizado pequeñas labores exploratorias, la mayor de ellas una galería de 14 m de alcance. ACEÑOLAZA *et al* (1975) estima unas reservas que ascienden a 8.475.320 t de serpentinita con presencia de crisotilo en superficie y 13.443.360 t sin fibras del mineral en superficie. NIETO y BEIRA: (op. cit.) efectúan una evaluación a través de un recuento sistemático, en superficie, de 196 muestras estudiadas sólo el 0,84 % determinan que están mineralizadas. La distribución errática imposibilita extrapolar los valores obtenidos al resto de la masa mineralizada.

LAWRENCE (1970) efectúa una evaluación tecnológica de 15 muestras y a través de los ensayos realizados (Prueba Standart Quebec, prueba de lavado, área superficial, prueba Bauer-Mc Nett, clasificación magnética y color) obtiene valores muy irregulares que imposibilitan definir claramente la calidad de la fibra.

#### Valle Hermoso

Los cuerpos con crisotilo de este sector, incluyen los yacimientos "Ernesto" y "Remigio" entre los más conocidos y de los cuales existe información.

Se localizan sobre la falda oriental de la sierra del Toro Negro, al SE del cerro Morro Negro. Se accede desde Vinchina por una huella hasta Valle Hermoso y desde allí al O hasta el puesto La Falda para tomar luego la quebrada del Río Hoyo que conduce hasta el campamento. Su recorrido total es de 50 km.

La sierra del Toro Negro presenta un arrumbamiento general N-S, con fuertes pendientes al oeste y suaves al este. Su altura promedio es de 3.400 m. El marco geológico regional está integrado por esquistos cristalinos, inyectados por filones cuarzo-feldespáticos, que constituyen el basamento de la región. Además de rocas ultrabásicas de coloración verde negruzca, con distinto grado de serpentización, en parte cubierta por costras de carbonatos.

La roca serpentínica que ha sufrido fracturación y alteración, es la portadora de la mineralización de crisotilo, tipo "cross fiber". El cuerpo ocupa una superficie de 15 Ha, de forma subcircular pero alargado meridionalmente; siendo las dimensiones del sector mineralizado 500 m de largo por 20 de ancho (Fig. 15).

Las venillas de mineral muestran cierta disposición paralela a las fracturas, alcanzando longitudes de metros en cuyo recorrido se bifurcan o anastomosan; su espesor es variable: 2-5 mm hasta 2 cm.

MURICI (1960) estima, en forma aproximada, que el porcentaje en fibra presente en la roca portadora puede alcanzar un 15 %. Describe el material como de estructura fibrosa, de lustre sedoso y coloración verdosa a dorada, aunque una vez desmenuzado es blanquecino.

Los análisis de muestras recogidas en esa área, arrojan los siguientes valores:

	1	2	3
SiO <sub>2</sub> .....	44,04 %	41,51 %	41,45 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3,19 %	7,98 %	2,45 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	—	—
MgO .....	38,10 %	36,44 %	40,15 %
CaO .....	—	—	0,35 %
Pérd. por calc.	15,22 %	13,22 %	14,20 %

1. Murici, 1960.

1. Murici, 1960.

3. González Bonorino, 1960.

Varias son las labores efectuadas entre destapes escalonados, trincheras, tajos, pozos y socavones, pero resultan aún insuficientes para evaluar las reservas del yacimiento.

#### AZUFRE

Materia primordial para el desarrollo industrial de un país, que se encuentra bien representada dentro de la región que nos ocupa. Este elemento conforma depósitos de cierto interés en Catamarca, Jujuy y especialmente en Salta emplazados principalmente en la zona limítrofe con la República de Chile. En esta última provincia a partir de la década del cuarenta, el azufre fue intensamente explotado, convirtiéndose el cerro Estrella (mina "Julia") en el principal productor de la Argentina, a la vez que lo hacía en menor escala, la explotación de Volcán Overo, en la provincia de Mendoza.

Además del yacimiento anteriormente citado, este mineral se halla presente en Dos Conos y cerro Bayo de Catamarca, depósitos parcialmente explorados pero nunca movilizados; en el volcán Tuzgle de Jujuy y en Llullaillaco, Río Grande y otras manifestaciones situadas en Salta. De las áreas precedentes sólo se materializó una actividad extractiva en Río Grande (mina "Orcuyurac") y cerro Tuzgle (mina "La Betty"), aunque en pequeña escala.

El azufre se presenta a modo de impregnación en el material tobáceo y también concentrado en bolsones de mayor pureza, vinculado fundamentalmente a la actividad fumarólica correspondiente al vulcanismo cuartario que se manifiesta ampliamente en el ambiente geológico de la Puna.

El producido de azufre refinado para el período 1945-1979 por Salta es en promedio por quinquenios, expresado en toneladas:

1945-1959: 9.329	1965-1969: 26.900
1950-1954: 11.223	1970-1974: 29.347
1955-1959: 15.992	1975-1979: 12.559
1960-1964: 21.650	

Mientras que el total representa unas 645.000 t para igual período, con un máximo de 33.431 para 1972 (datos obtenidos de la Estadística Minera de la República Argentina).

El azufre producido se destinaba a la elaboración de ácido sulfúrico para las diversas industrias, también en la preparación de sulfuro de carbono, explosivos, fertilizantes, vulcanización de caucho, etc.

Según la información que se cuenta, parcializada, las reservas estimadas para este elemento son dignas de ser consideradas; en la actualidad los yacimientos del país se encuentran inactivos, siendo varias las causas (ubicación geográfica, costos de extracción, precio internacional, etc.) que provocaron esa situación. Por tal motivo a partir de 1979 esta materia básica se importa totalmente, acusando para el mencionado año, 125.648 t de azufre refinado.

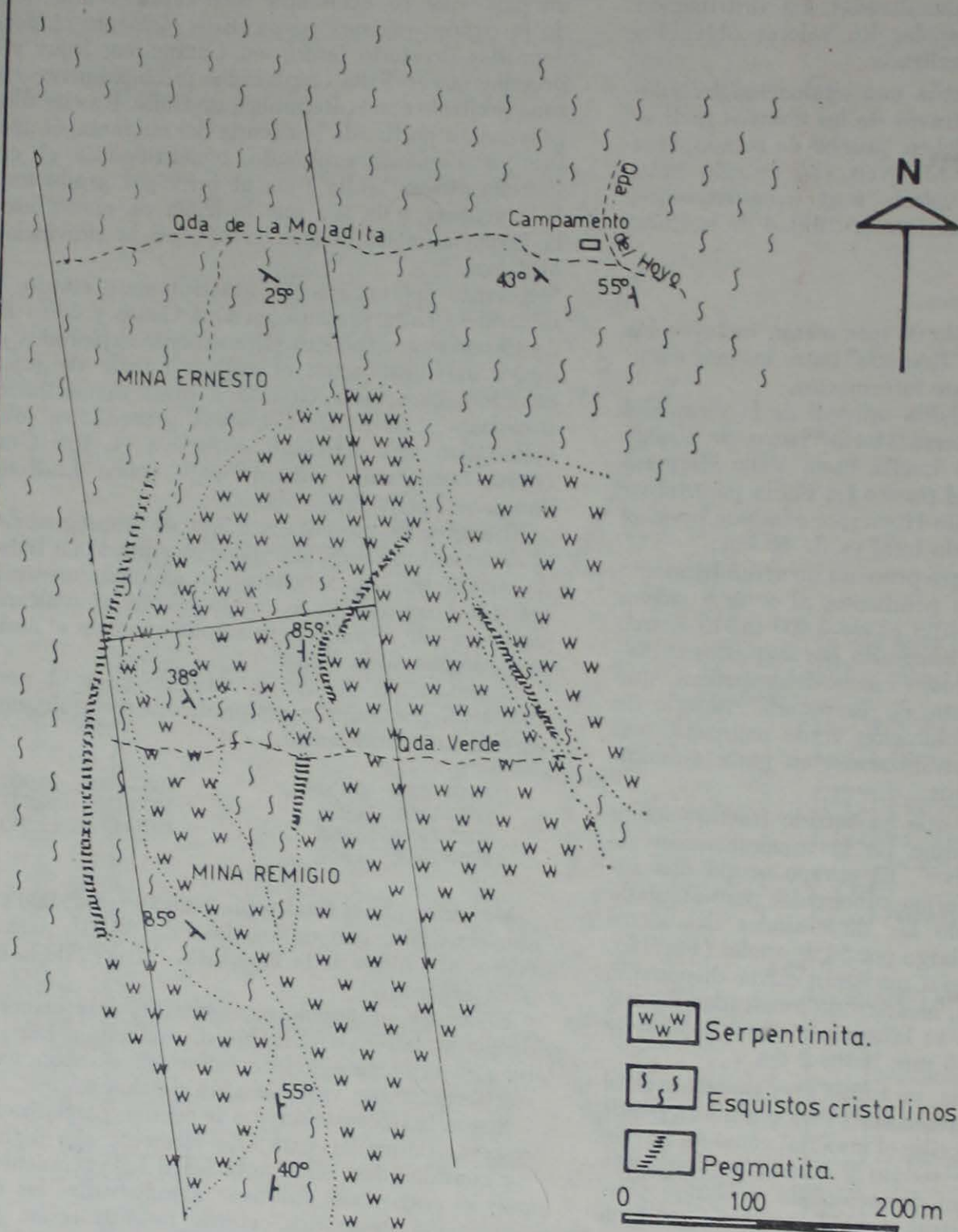
#### CATAMARCA

Esta provincia cuenta con depósitos de azufre, localizados en los departamentos de Tinogasta y Antofagasta de la Sierra, en el sector oeste de la cordillera de San Buenaventura y en varios conos volcánicos de



Fig. 15

BOSQUEJO GEOLOGICO. YACIMIENTO DE CRISOTILO DE VALLE HERMOSO.  
MINAS "ERNESTO" Y "REMIGIO" DPTO. GRAL. SARMIENTO, LA RIOJA.  
SEGUN J. A. MURICI. (1960)





la Puna, respectivamente. Todos ellos se vinculan con la actividad fumarólica, póstuma del vulcanismo Cuartario.

Las áreas mineralizadas (cerro Dos Conos, cerro Bayo, volcán del Azufre, etc.) se encuentran cubiertas por varias minas, en estado vigente, pero el elemento aquí tratado nunca ha sido movilizadado en el ámbito de este territorio.

### *Dos Conos*

Esta mina de azufre se emplaza en el marco homónimo, situado en el extremo occidental de la Cordillera de San Buenaventura, próximo al límite internacional con Chile; dicha concesión está amparada por 2 pertenencias (18 ha), a nombre del señor T. Tzolomitis, que asimismo es propietario de "Santa Teresita" y "San Miguel", de 1 pertenencia cada una, también localizadas en este sitio, en el departamento Tinogasta. El yacimiento se alcanza por la ruta nacional nº 60, que tras recorrer 240 km a partir de la población de Tinogasta, conduce al Paso de San Francisco y desde allí por una huella al norte (9 km) se arriba al depósito.

Este depósito se sitúa a 5.300 m s.n.m., en ambiente puneño y su geología está representada por vulcanitas y piroclastitas del Terciario superior-Cuartario. El complejo volcánico, que cubre gran parte del área está integrado por rocas andesíticas del Plioceno, discordantes sobre las sedimentitas de la F. Agua Colorada (Carbónico); y además tobas ignimbríticas, andesitas y coladas basálticas del Cuartario.

Varios fueron los autores que se ocuparon de estos depósitos, cabe citar a DAWSON (1971), AURIEMMA (1975) y JURADO MARRÓN (1979). Es de señalar que con anterioridad la Cía. Mineral K. P.S.A. ha reconocido este yacimiento de acuerdo por lo informado por la Dra. M. T. DE RIGGI (1969).

La litología del sector mineralizado consiste en tobas andesíticas, vítreas, líticas; pumicitas; yeso y costras calcáreas, que se disponen en forma de coladas y bancos horizontales. El azufre se presenta en asociación de pequeños cristales puros, como granos, en impregnaciones y también masivo rellenando fracturas, de color amarillo, amarillo-verdoso, anaranjado y gris verdoso. Según AURIEMMA (op. cit.) el espesor mínimo de la mineralización es de 5 metros, con un contenido en azufre que varía entre 50-92 % para las zonas enriquecidas (nidos, fracturas) y 10-40 % para las impregnaciones.

El mineral se ha originado por procesos solfatáricos y/o fumarólicos póstumos; los gases aprovecharon fallas y diaclasas tensionales para circular y al reaccionar con el oxígeno del aire, precipitaron dando lugar al elemento en cuestión.

De acuerdo a DAWSON (op. cit.) el área mineralizada cubre una superficie irregular, de 1,5 a 2 km<sup>2</sup>, con tenores de 35-65 % en azufre.

JURADO MARRÓN (op. cit.) mediante 342 m de trincheras, establece una reserva total de 600.000 t de mineral en bruto, que representa 120.000 de azufre.

### *Norte del cerro Bayo*

El área se localiza en el sector NO del departamento Antofagasta de la Sierra, en las altas cumbres que limitan con Chile, a una altura promedio de 5.000 m

s.n.m. Se puede acceder desde la Vega de Río Grande, ubicada en las proximidades del límite interprovincial, a través de una senda de herradura; esta zona se sitúa unos 35 km, en línea recta, al SO de la citada vega.

El relieve está conformado por lomadas de suave pendiente, donde resaltan los conos volcánicos, e integrado litológicamente por andesitas del Terciario superior y productos piroclásticos, tobas, brechas andesíticas y coladas basálticas del Cuartario.

La mineralización se relaciona con fuentes sulfurosas calientes y fumarolas; que tienen lugar durante el fracturamiento del área, que origina sectores de mayor permeabilidad, lo cual favorece el ascenso de vapores (SO<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, etc.) y posterior depositación de azufre al reaccionar con el oxígeno del aire o por sublimación directa.

El azufre se presenta en bolsones irregulares y de tamaño variable; como relleno de planos de disyunción e impregnando la roca de caja, alterada y decolorada.

El mineral es reconocible por su color amarillo, con tintes verdosos o anaranjados, presentándose en agregados granudos, terrosos, en masas y diseminados. En tobas soldadas, posiblemente andesíticas, se observan cristales rómbicos de azufre, junto a yeso, en cavidades; en las tobas vítreas se manifiesta la máxima impregnación de azufre.

Según AURIEMMA (1975) la superficie mineralizada cubre de 1 a 2 km<sup>2</sup>, observándose en la misma espesores y tenores variables; considerando un área mínima de 1 km<sup>2</sup>, un espesor de 5 m, una densidad de 1,5 y una ley media del 25 % en S, el citado autor estima unas reservas geológicas de 1.875.000 t de azufre fino.

### *Volcán del Azufre*

Se sitúa al norte del anterior, en el departamento Antofagasta de la Sierra, emplazándose 30 km, en línea recta, al oeste de la vega de Río Grande. De acuerdo al Padrón de Minas Provincial (1979) el área mineralizada está cubierta por las minas "Mirador" y "San Sebastián", de 1 y 2 pertenencias respectivamente, concedidas al señor T. Tzolomitis.

La región presenta caracteres topográficos-geológicos similares a la anteriormente descrita. En el sector mineralizado afloran rocas tufíticas blanco, pardo, amarillentas coronadas por una delgada capa de basalto negro; afectadas por dos fracturas paralelas, de rumbo E-O, que intersectan perpendicularmente el arrumbamiento de los estratos. Los vapores mineralizados se encauzan a través de dichas fracturas, depositándose en nidos e impregnando a la roca de caja.

Según AURIEMMA (1975) la distribución de la mineralización es irregular y más restringida, 0,5 km<sup>2</sup>, variando los tenores en azufre entre 24 y 58 % para tres muestras tomadas por ese autor.

### J U J U Y

El azufre de esta región se emplaza en los departamentos Rinconada y Susques, dentro del ambiente geológico de la Puna, conformando depósitos vinculados a exhalaciones volcánicas o a aguas termales alcalino-sulfurosas.

ANGELELLI y EZCURRA (1962) citan los cerros Niño y Supisaino, en el departamento Rinconada como área mineralizada, en el primero se comprobó la existencia



de mineral rellanando una grieta, de 100 m de longitud por 0,40 de ancho con una ley media de 30 % en S. Este sector carece de posibilidades económicas.

Sin dudas es el cerro Tuzgle quien ha representado las mayores reservas de azufre de esta provincia y es en él donde se ha llevado a cabo una explotación, interrumpida, a través de doce años.

A modo de curiosidad cabe citar la manifestación de la laguna de Aguas Calientes, sita en el paraje La Quinta, departamento Santa Bárbara, donde según REVERBERI (1981) el azufre se presenta en mantos dentro de las areniscas calcáreas de la F. Yacoraite. Este autor sostiene que el mineral se ha formado por oxidación de  $H_2S$ , en medio alcalino, por reducción de sulfatos por acción bacteriana. Esta zona no registra reservas de cierta importancia.

### Volcán Tuzgle

Los depósitos de azufre de este cerro se emplazan en el departamento Susques y son conocidos desde hace más de 45 años. De acuerdo al Padrón Minero (1979) en esta zona se registran las siguientes minas: "La Betty", "Sol de Mayo" y "María Teresa", concesiones de 7, 4 y 4 pertenencias, respectivamente; de ellas sólo en la primera se realizó una esporádica explotación.

**La Betty:** Este yacimiento se sitúa a 5.200 m s.n.m., en el cerro antes citado, a 25 km al ONO de San Antonio de Los Cobres. Se trata de un cono volcánico, aislado, y dispuesto en una extensa área donde afloran rocas efusivas, de composición andesítica-basáltica, del Terciario superior-Cuartario.

El azufre, vinculado a una fase solfatárica, se presenta como impregnación en tobas y también rellanando grietas y cavidades.

La explotación se inició en 1943, a cielo abierto, trabajándose hasta 1955; la que se concentró en los sectores más favorables: Don Federico, Loma Blanca y Don Jorge. MALDONADO BAUMAN (1953) establece los siguientes contenidos en azufre y reservas:

Sector	Reserva	Ley
Don Federico	Cuerpo I: 139.000 t de min. prob.	18,9 % en S
	Cuerpo II: 112.000 t de min. prob.	26,4 % en S
Loma Blanca	50.000 t de min. probable	25 % en S
Don Jorge y otros	250.000 t de min. posible	19-26 % en S

De acuerdo a M. T. de RIGGI (1969) las reservas para Don Federico, sector más interesante, serían de 216.550 t de mineral, con tenores de 21,7 % de S equivalente a 47.000 t de azufre.

Se instaló una planta de refinación en el paraje Ojo del Tuzgle, que dista 14 km del depósito, sin obtener resultados positivos ya que el mineral de cabeza es de baja ley. Dicha planta ha producido 1.200 t de azufre, con ley 99,5 %, durante el período 1943-1955.

## SALTA

Esta provincia ha sido la primer proveedora de azufre del país, a través de la mina "Julia" o n° 4, que registra una producción de 645.828 t de azufre refinado para el período 1944-1978, encontrándose inactiva desde 1979.

Este vital elemento para la movilización industrial fue citado por REICHERT (1907) para este sector de la Puna, y posteriormente se refirieron a él otros autores, de manera general: ANGELELLI (1941), ANGELELLI y EZCURRA (1962), M. T. de RIGGI (1969); o bien específicamente acerca de algún yacimiento: CUOMO (1954), LÓPEZ PAVÓN (1967) y HAYASE (1975), entre otros.

Aparte de la mina anteriormente citada, existen otros depósitos y manifestaciones, vinculados a procesos volcánicos acaecidos durante el Cuartario; dichas áreas mineralizadas se distribuyen de norte a sur y se observan en cerro Azufre, al NO de Santa Rosa de Pastos Grandes; al NE y S del volcán Socompa; en la ladera sud del cerro Negro de Tecar; en la cabecera de la quebrada de acceso, del sector sud del cerro Arizaro; en la zona del volcán Llullaillaco; en el cerro Estrella y 3 km al SSO de éste, en la corrida de Río Grande. En todo ese territorio, departamento Los Andes, se registran en la actualidad 8 minas concedidas ("Julia", "Orcoyurac", "Huayracoya", "Tausacunum", "Chiriyán", "Takara", "Huntapacha" y "Coyllur") y una registrada ("Petrona") según el Padrón de Minas (1980), todas paralizadas.

El cerro Negro de Tecar, situado aproximadamente 12 km en línea recta al SO del Paso Socompa, presenta depósitos poco conocidos de azufre en piroclastitas. Se trata de un mineral amarillo, criptocristalino y acompañado por calcedonia y ópalo.

### Cerro Azufre

Se halla situado en el departamento Los Andes, a más de 5.000 m s.n.m., al NO de Santa Rosa de Pastos Grandes, localidad de la cual dista unos 13 km aproximadamente. En el mismo afloran andesitas y sus tobas, en parte alteradas, del Terciario-Cuartario.

El azufre de color amarillo se presenta en grietas, bastante puro, como relleno de cavidades e impregnando a la roca de caja; acompañado por finos agregados de yeso.

Según Serghiesco en ANGELELLI (1941, p. 227) existe una "veta" de 30 m de largo por 10 de ancho.

### Llullaillaco

Esta zona involucra el cerro homónimo y otros situados en las inmediaciones, cerros La Silla, Rosado y de la Carpa, localizados en la proximidad del límite internacional, dentro del departamento de Los Andes. Distan aproximadamente 50 km, medidos en línea recta, al NO del Establecimiento La Casualidad y casi a igual distancia al O de Caipé (FGB). Se alcanza por la ruta nacional n° 59, est. Caipé-La Casualidad; se sigue la misma hasta la altura del km 464 para luego tomar un camino minero, que tras recorrerlo por 49 km, conduce al área.

Se observan dos corridas subparalelas de unos 10 km de longitud, la occidental se extiende entre el cerro La Silla y el Volcán Llullaillaco mientras que la orien-



tal pasa aproximadamente por la ladera oeste de los cerros Rosado y de la Carpa.

Estos elementos positivos se integran dentro de la unidad morfoestructural de la Puna, aflorando en ellos vulcanitas, material piroclástico y acumulaciones fluvioglaciales modernas; consistiendo principalmente en andesitas y sus tobas y fenobasaltos de edad Cuartaria.

El mineral aquí tratado está genéticamente relacionado con procesos volcánicos póstumos; se presenta en forma de impregnación o rellenando poros, grietas y fracturas, dispuestos irregularmente o como mantos de hasta 3 m de potencia, junto a ceniza y sulfatos.

En la corrida occidental, se reconocen los siguientes yacimientos:

**La Silla:** Se sitúa en el cerro homónimo, amparada por dos pertenencias. El sector mineralizado, localizado en el flanco sur, adquiere una forma trapezoidal en planta de 200 por 50 m (base mayor x menor). La mena se dispone en una toba blanco grisácea, a modo de diseminación o como venas, de color amarillo canario, anaranjado y verdoso. Según LÓPEZ PAVÓN (op. cit.) existen dos cuerpos, de 800 y 1000 m de longitud, de 1 a 3 m de potencia, con leyes variables (10 a 80 % S), que representarían una reserva del orden de las 290.000 t de "caliche".

**Petrona:** Mina concedida a la señora S. R. de Wehmer y cubierta por tres pertenencias, según el Padrón de Minas de Salta (1980). Este cerro, de 220 m de altura, se emplaza en el flanco sud del volcán Llullaillaco.

Conforma un cuerpo subcircular, integrado por andesitas y sus tobas en donde se observa una abundante e irregular impregnación de mineral. Muestras tomadas, por el autor citado anteriormente, registran tenores del 20 % en azufre.

**Llullaillaco I - II - III:** LÓPEZ PAVÓN (op. cit.) informa que se trata de 3 cuerpos mineralizados de hasta 1 m de potencia y dimensiones variables, que arrojarían 210.000 t de "Caliche".

### Cerro Estrella

El cerro homónimo o cumbre sud de la Cordillera de Cori, a 5.580 m s.n.m., se halla ubicado en el departamento Los Andes, en la proximidad del límite internacional con Chile. En él se emplazan importantes depósitos de azufre, de origen volcánico, que constituyen los yacimientos conocidos como n° "3" y n° "4" o "Julia". Estas concentraciones se sitúan preferentemente sobre la vertiente oriental de la citada cordillera; la "3" sobre la meseta de Los Jasis a 5.170 m y la otra en el flanco SSE del cerro Estrella, entre 5.200-5.400 m s.n.m.

Al NE del yacimiento, aproximadamente a 25 km por camino y 16 de cablecarril, se ubica el Establecimiento La Casualidad, sitio donde se trataba el mineral. Se alcanza éste a través de la ruta nacional n° 59 desde Estación Caipé.

De acuerdo al Padrón de Minas (1980) se reconoce para el área la mina "Julia", que representó el mayor yacimiento del país; este depósito ya fue reconocido por REICHERT (op. cit.) pero es recién en 1940 cuando se forma la Cía Azufrera Argentina y se inicia la explotación, produciendo esta empresa para 1941 unas 1.160 t de azufre refinado.

A partir de 1947 se hace cargo de la movilización del yacimiento la Dirección General de Fabricaciones Militares, dicho organismo trabajó más de treinta años la mina, paralizando lamentablemente su actividad desde 1979.

Los depósitos se vinculan a la actividad volcánica del Cuartario, póstuma; conforman extensos mantos de tobas impregnadas por azufre y también bolsones de gran pureza, estableciéndose una ley media del 23 % de S.

**Julia:** Esta mina constituye un cuerpo de forma irregular, ligeramente trapezoidal en planta e integrado por un complejo piroclástico, que ha sido modificado zonalmente, por efecto de la actividad fumarólica y de las manifestaciones hidrotermales en el área.

El relieve de esta zona se compone por extensos campos de fumarolas que circundan un amplio cráter destruido, integrado por basaltos, andesitas y material piroclástico. Según HAYASE (op. cit.) sobre una andesita bastante alterada se disponen tobas y aglomerados, que subyacen a otra andesita rica en biotita; las tobas gruesas a finas, portadoras de la mineralización, superan los 200 m de espesor y muestran coloración blanquecina.

El azufre se dispone a modo de diseminación en cuerpos tabulares, de 10 a 20 m de espesor; como relleno de chimeneas y constituyendo bolsones, sin límites precisos. Se presenta bajo la forma de cristales esqueliformes de 6 a 8 cm; agregados criptocristalinos, granulados y terrosos; masas compactas y como costras y nódulos. De coloración variable: amarillo, anaranjado, rojizo, amarillo verdoso, etc.; que según CUOMO (op. cit.) se deben a las impurezas que contiene.

El azufre se asocia a yeso, sulfatos de aluminio, sílice amorfa y criptocristalina.

El sector mineralizado ocupa un área aproximada de 800 x 300 m, con potencias de pocos metros hasta 80 y leyes variables, con un valor promedio de 23 % en azufre.

En cuanto a la génesis HAYASE (op. cit.), sostiene que el azufre se sublimó de gases solfatáricos, en los poros y espacios vacíos de la roca de caja, cerca de la superficie, bajo la presión ambiental.

La explotación se ha realizado a cielo abierto, en varios frentes simultáneos. El material era transportado hasta el Establecimiento La Casualidad, donde se lo sometía a flotación, obteniéndose un tenor de 65 % y posteriormente tratado en autoclave, lográndose una ley de 99,5 % en azufre. Esta planta tenía una capacidad de 32.000 t/año.

Según M. T. de RICCI (1969) las reservas para este yacimiento son de 473.000 t de mineral positivo y 581.000 de probable, en azufre contenido. ANGELELLI y EZCURRA (op. cit.) registran una reserva geológica de 2.500.000 t.

### Río Grande

Este sector se ubica 3 km al SSO de cerro Estrella, se localizan en él las minas "Orcuyurac" y "Huayracoya". En ambas el azufre se presenta impregnando tobas o bien concentrado en bolsones de mayor pureza. Para la primera o mina "5" se ha establecido una ley de 23 % en S y una reserva de 61.400 t, que representaría 14.100 t de azufre contenido; este yacimiento fue escasamente explotado por la D.G.F.M.



La otra mina, ubicada al sur de la anterior, observa un mineral con ley del 26 % y se desconocen sus reservas.

#### BARITINA

El aprovechamiento de la baritina ( $\text{SO}_4\text{Ba}$ ) en la región que nos ocupa se remonta a los años de la década del cuarenta en las provincias de La Rioja y Jujuy, siendo su explotación muy esporádica con el correr del tiempo. A partir del año 1973, Jujuy reinicia la producción, detentando en los últimos años uno de los primeros puestos en el orden nacional.

La baritina se presenta como ganga en depósitos metalíferos, el caso más frecuente, o en forma de vetas constituyendo su relleno principal. Los depósitos suelen emplazarse en fracturas o fallas abiertas en terrenos de diferente naturaleza o a modo de mantos (Cerro Urcushun, La Rioja). Los cuerpos vetiformes forman a veces sistemas definidos, registrando longitudes de varios centenares de metros y potencias de algunos decímetros a 1, 2, 3 y más metros en contados casos. Corresponden, en general, a yacimientos medianos a pequeños; si bien pocos son los que han sido explotados como para obtener una idea acerca de sus reservas, hoy día se considera al depósito de Mono Abra, emplazado en la Sierra de Santa Victoria, Cordillera Oriental (Salta), como el de mayor volumen con una reserva total estimada del orden de las 2.000.000 toneladas.

Normalmente, el sulfato de bario se observa en masas compactas, en cristales tabulares, medianos a finos, de color blanco a blanco grisáceo. Suele estar acompañado, según los yacimientos, por cuarzo, calcita, yeso y fluorita en proporciones variables. Asimismo es dable observarla asociada a sulfuros, en especial pirita y galena. En ciertos casos se presenta con celestina.

Baritina como ganga está presente en diversos depósitos de plomo, tal el caso del distrito Pumahuasi o en el Cerro El Gigante, ambos en la provincia de Jujuy. Muchos de esos depósitos registrados por plomo muestran proporciones elevadas de este sulfato y escasa mineralización metalífera, por lo cual podrían ser considerados como yacimientos de baritina.

Los depósitos de sulfato de bario, ya sea formando cuerpos propios o como ganga, se los vincula genéticamente con soluciones hidrotermales, epitermales; otros son considerados singenéticos con los sedimentos que hacen de caja, tal como parece pertenecer el grupo La Helvecia en el Cerro Urcushun, La Rioja (Brodrick, 1979).

Jujuy y Salta cuentan con diversas concentraciones situadas preferentemente en ámbito de la Cordillera Oriental; algunas vienen siendo motivo de explotación y/o exploración, tal como ocurre con los yacimientos de los grupos mineros Alumbrión y Cerro Gigante, en la provincia citada en primer término, y en la Sierra de Santa Victoria, en Salta, encajando todos en sedimentos antiguos (Paleozoico inferior hasta Precámbrico superior).

La Rioja cuenta con numerosos distritos baríticos, en su mayoría formados por baritina, acompañada de fluorita (raramente celestina), además de calcita, cuarzo y sulfuros. Los depósitos se disponen en terrenos de las Sierras Pampeanas y Precordillera y encajan en granitos y metamorfitas del Precámbrico-Paleozoico infe-

rior (distritos La Puntilla, Cerro Asperécito, Agua Quemada, Catinzaco, etc.), y también en calizas junto a otros sedimentos del Paleozoico inferior (distrito Urcushun).

La producción de baritina en la región del NOA se destina especialmente para inyección de pozos petrolíferos (industria del petróleo) y en menor proporción para la obtención de diversas sales de bario. De acuerdo a su contenido químico, peso específico y a su empleo, la baritina es clasificada en grado extra, 1ª, 2ª, 3ª y petrolera.

Acorde con los guarismos proporcionados por la Estadística Minera Nacional, el aporte de la región en consideración, desde el año 1945 hasta 1979 inclusive, fue de 118.679 t. Jujuy ha contribuido al producido nacional con 80.200 t; La Rioja, con una explotación saltuaria, registró un volumen total de 38.215 t, mientras que Salta sólo produjo en los años 1978 y 1979 un total de 264 toneladas.

#### JUJUY

La producción de baritina en territorio jujeño ha cobrado mayor auge a partir del quinquenio 1975/79; el sulfato procede, en general, de antiguos depósitos de plomo en los cuales el mineral en cuestión se presentaba como ganga en proporciones elevadas y factibles de ser concentradas.

Los yacimientos que actualmente son aprovechados o explotados se emplazan en ámbito de la Cordillera Oriental; se trata de cuerpos vetiformes, con hábito bolsonero, de rumbos e inclinaciones variables, con potencias de decenas de centímetros hasta 2 m, pudiendo llegar a 7 en algunos bolsones; en ellos es común la asociación galena-baritina en proporciones variables.

En general los depósitos no presentan conexión directa con rocas intrusivas y se emplazan en rocas sedimentarias del Paleozoico inferior o en la F. Puncoviscana ("Jarunco"), presentándose afectados por fallas postmineralización.

Los centros de extracción de baritina, en la época en que se realizó este trabajo, se situaban en el distrito Alumbrión o Alumbrillo, departamento Tumbaya y en área del cerro El Gigante, departamento Humahuaca. El mineral es tratado en dos plantas de concentración existentes, una en la ciudad de Palpalá y otra en las cercanías de la localidad de Volcán, en las que se obtiene material apto para uso petrolero, requerido en diversas regiones de nuestro país.

Según datos de la Estadística Minera de la República Argentina, esta provincia viene registrando producción, salvo el período 1962/72; desde el año 1945 se tienen los siguientes promedios por quinquenio, en toneladas: 1945/49, 1.068; 1950/54, 106; 1955/59, 1.456; 1960/64, 1.615; 1965/69, no registra; 1970/74, 1.171 y 1975/79, 10.624. Notable es el incremento que se produce a partir de 1975, según la misma fuente, tal como se expone a continuación: 1975: 3.050; 1976: 2.386; 1977: 5.121; 1978: 19.210 y 1979: 23.355, siendo este último dato superado al ritmo de explotación de julio de 1981.

#### Distrito Minero Alumbrión (Alumbrillo)

Situado a unos 65 km al O de la localidad de Purmamarca, en el departamento Tumbaya, entre 4.000 y



4.200 m s.n.m., comprende dos grupos de minas, uno al S del río o quebrada del Angosto donde se sitúan las vetas "Natacia", y otro al N con "Colorado", "Pives", "Tusca" y "Sixto"; el primero fue solicitado en 1979 por la firma Pucará S.A.C.I.M.F. e I. y el segundo, de 4 pertenencias, concedido a Minera TEA S.A. Su acceso se realiza desde la localidad citada a través de la ruta provincial n° 16 hasta la quebrada del Angosto; a partir de allí 4 km hacia el S hasta alcanzar la mina "Natacia" y unos 3 km hacia el N hasta el segundo grupo.

El área, de un relieve abrupto, se sitúa en los primeros cordones occidentales de la Cordillera Oriental; geológicamente la conforman lutitas gris-verdosas y areniscas cuarcíticas gris a gris verdosas claras, dispuestas en un amplio sinclinal fracturado ("Natacia"), conjunto asignado al Cámbrico-Ordovícico. Al E de éstas afloran areniscas y conglomerados rojos del subgrupo Pirgua (Cretácico superior).

"Natacia": Se han reconocido 6 cuerpos de veta comprendidos en una superficie de 30 Ha. Las vetas 1, 2 y 3 descritas por GÓMEZ OMIL (1976 - a), encajan en lutitas (1 y 2) y en cuarcitas la restante; presentan rumbos E-O a NO-SE con inclinación de 42 a 75° al O y espesores máximos de hasta 7 m y 300 m de longitud (veta 3); éstas, al igual que la 4 se hallaban inactivas e inaccesibles en julio de 1981.

El cuerpo o veta 5, alojado en cuarcitas grises muy diaclasadas, tiene rumbo general NNE-SSO con algunas flexuras provocadas por fallas transversales e inclinación desde subvertical a 70-80° O. Se lo ha reconocido en unos 200 m de largo en superficie y en alrededor de 50 en profundidad, con espesores de 1,20 a 1,50 alcanzando, en algunos bolsones, 2 y 2,5 m; hacia el S el cuerpo está cortado por un conjunto de fallas que alinean una serie de bochones en dirección E-O; en el sentido de la inclinación también está desplazado en numerosos bloques de bajo ángulo (de estratificación).

El mineral es gris blanquecino con manchas amarillentas, ocasionadas por limolita, de grano grueso y se presenta intercrecido y atravesado por guías y venillas de cuarzo gris claro; escasos "ojos" y "nidos" de galena se distribuyen irregularmente en su masa.

La veta 6, situada a unos 200 m al SO de la anterior, observa rumbo N 40° O y posición subvertical a fuertemente inclinada hacia el O; fue reconocida superficialmente a lo largo de su afloramiento en unos 100 m de longitud, con espesores de 0,60 a 0,70 m; la roca de caja, una arenisca cuarcítica gris a pardo-amarillenta, se presenta formando "caballos de piedra".

Sobre la veta 5 se han desarrollado 2 niveles con una separación de 30 m, comunicados por un chiflón; el superior es un socavón que se abre a pocos metros al S del acceso al chiflón y ha sido explotado en su totalidad hasta la superficie; en la galería que constituye el nivel inferior y que ha sido parcialmente explotada por realce, se abre otro chiflón que alcanzaba las 15 m de profundidad. Su laboreo subterráneo totaliza los 300 m. En la veta 6, que se encontraba en exploración, sólo se había practicado un pequeño rajo en su sector Sur.

GÓMEZ OMIL (op. cit.) cita 100 m de desarrollo de labores para la veta 1 y 200 m de galerías, un pique de 7 m y realces para la 3; para ésta infiere unas 44.000 t de reservas.

"Tusca": Esta mina ampara un cuerpo vetiforme de contactos imprecisos con su caja areniscosa, de rumbo N 300°, subvertical y de hasta 4 m de potencia, afectado por un conjunto de pequeñas fallas de direcciones e inclinación variables, evidenciadas por sendas fajas de "jaboncillo".

La baritina, de coloración blanquecina, teñida por óxidos e hidróxidos de hierro y con guías e intercrecimientos de cuarzo de tono grisáceo, es de grano grueso, espática, pero se deshace fácilmente por presión manual a causa de la intensa trituración.

El laboreo consiste en un socavón de 50 m de largo con varios realces y chimeneas.

"Colorado": Comprende una serie de bolsones mal definidos orientados en sentido meridional que encajan en lutitas grises y amarillentas, desplazados y deformados por un intenso fallamiento de rumbo general NE-SO e inclinación de 20-25° SE.

La baritina es blanquecina, de grano grueso, y se presenta asociada con abundante cuarzo de coloración grisácea.

Existe un socavón de 20 m de avance hacia el S de donde parten algunas labores laterales totalizando 60-70 m, además de algunos rajos y trincheras en donde, en pequeña escala, se realizaba la extracción de baritina.

La empresa Pucará S.A.C.I.M.F. e I. explota estos yacimientos con una producción que, en julio de 1981, promediaba las 1.500 t/mes, de las cuales cerca de 1.200 correspondían a "Natacia" (veta 5) y el resto a "Tusca" y "Colorado".

El mineral es transportado, molido y concentrado en la planta que la empresa posee al S de la localidad de Volcán (cantera Bárcena); la misma cuenta con una trituradora primaria, tres molinos, mesas, jets y hornos de secado; el producto final es comercializado bajo la denominación de Baritina Petrolera Minera TEA.

#### "Ruth"

De dos pertenencias y declarada por plomo y baritina, esta propiedad se localiza a 180 km al NO de la ciudad de San Salvador de Jujuy, al NE del cerro Chañi y al S de las de Alumbrión, en el distrito El Moreno, departamento Tumbaya.

El ambiente geológico del área está constituido por metamorfitas de bajo grado y rocas sedimentarias, asignables a las formaciones Puncoviscana y Lizoite (Precámbrico superior-Cámbrico).

El yacimiento, según GALLINO (1979), presenta una veta principal de baritina, como relleno de una falla tensional, cuya longitud alcanza los 480 m con espesor medio de 1,20 m. La baritina se presenta acompañada por cuarzo, por lo que presenta densidades que varían entre 3 y 4. Como mineral positivo-probable, el autor mencionado, cubica unas 7.800 toneladas.

El depósito, perteneciente a la firma Loma Sur S.A.C.I. y C., en la época en que se visitó la región (julio de 1981), se encontraba en una etapa de exploración.

#### Cerro El Gigante

Esta zona se halla situada a unos 250 km al N de la ciudad de San Salvador de Jujuy y alrededor de 60 al E de la localidad de Humahuaca, en el departa-



tamento de este nombre. Comprende parte de la sierra de Zenta, que constituye el límite entre las provincias de Jujuy y Salta.

Emplazada en la unidad morfoestructural de la Cordillera Oriental, su ambiente geológico está representado por pizarras cuarzosas micáceas gris-verdosas a gris azuladas y cuarcitas rosadas, suavemente plegadas, del Ordovícico inferior (Scrosso, 1943); hacia occidente se destacan sedimentitas varicolores pertenecientes al Grupo Salta.

En el área en cuestión se localizan numerosos cuerpos vetiformes, algunos conocidos desde hace tiempo, portadores de baritina y galena como minerales principales. Entre las minas que se sitúan en este sector cabe destacar a "Noemí Antonina", tanto por la producción de baritina, como por su laboreo.

"Noemí Antonina": Declarada por plomo, está amparada por tres pertenencias a nombre de María I. B. de Muro; se llega hasta ella desde Humahuaca por un camino hacia el E que pasa por la localidad de Aparzo y conduce al caserío de Palca de Aparzo; de allí se debe continuar hacia el NNE hasta Palca de Varas, sitio donde se ubica la planta de concentración de plomo; desde ese paraje deben recorrerse 7 a 8 km, en ascenso al cerro El Gigante, para alcanzar el yacimiento.

Se emplaza en un relieve abrupto y bajo condiciones rigurosas, con un entorno geológico representado por areniscas y areniscas cuarcíticas grises, con tonos amarillentos a pardo-amarillentos en superficie, dispuestas en bancos gruesos muy diaclasados. El depósito consiste en una veta de rumbo general E-O, con variaciones de 10-20° hacia el N y el S, de posición subvertical a 70° N, encajando en areniscas cuarcíticas grises y verde-grisáceas con delgadas intercalaciones pelíticas de posición horizontal a 20-30° al E u O. Este cuerpo ha sido reconocido por medio de labores superficiales y subterráneas, en una longitud de más de 400 m y una profundidad superior a 170 m, con espesores de 0,80 a 3 m en las partes más anchas. El depósito constituye un relleno de fractura que presenta en algunos casos, ramificaciones irregulares dentro de la roca de caja y en otros, hastiales lisos, perfectamente definidos; su hábito es bolsonero y se halla cortado y desplazado por un fallamiento paralelo a la estratificación, posiblemente consecuencia de los esfuerzos plegantes.

La mineralización está constituida por baritina de grano grueso, espática, blanca y pura, de buena densidad, acompañada por galena, dispuesta en una estructura bandeada o también a modo de "ojos" y "nidos"; esta última aparentemente aumenta su proporción en profundidad (debajo del Nivel 2).

El laboreo consiste en socavones dispuestos en 4 niveles separados entre sí de 35 a 45 m, de los cuales los denominados 4 y 2 eran perfectamente accesibles (los otros parcialmente inundados); de éstos el primero corresponde a un socavón, de rumbo E-O, de 200 m de avance, en casi todo su recorrido con realces de hasta 20-25 m de alto. El nivel 2 (inferior) presenta un socavón E-O de 400 m de largo, los primeros 100 sobre veta, partiendo allí un chiflón, y los 300 restantes fuera de la estructura mineralizada.

La firma FAVA S.A., arrendataria de la propiedad, explotaba el yacimiento (julio de 1981) con una producción del orden de las 1.000 t/mes de baritina; el material es transportado a la ciudad de Palpalá, donde esa

empresa posee una moderna planta de trituración y molienda. Se obtiene material molido a malla 200 que, sin previa concentración, cumple con las especificaciones petroleras, siendo esta industria la que consume gran parte de la producción.

#### Area de Moya

Se ubica a unos 14 km al NNE de la localidad de Huacalera en la zona limítrofe entre los departamentos Tilcara y Humahuaca y comprende un conjunto de minas entre las que se citan "Zaira Cristina I, II y III", "Sixilera", "Yacoraite" y "José Eduardo".

Siguiendo a DE LOS HOYOS (1938), en la región, donde predomina un relieve pronunciado, se presentan ortocuarcitas referidas al Grupo Mesón (Cámbrico) que conforman las cajas de 4 cuerpos vetiformes principales, a saber, Veta 1: de rumbo NE-SO y 65° de inclinación al SE con potencia de 0,5 m; Veta 2: rumbo N 80-85° E y 70-75° de inclinación al S, con una corrida cercana a los 200 m y espesores entre 0,15 y 1 m; Veta 3: de rumbo N 80° E con 65-75° de inclinación al S y potencia máxima de 0,65 m y Veta 4: casi E-O de 75° de inclinación al S y 0,50 a 0,60 m de potencia. Las mismas poseen formas irregulares con estrechamientos y bolsones mayores; el mineral muestra estructura brechosa y también masiva y los contactos con la roca encajante son netos, observándose en algunos casos la presencia de "jaboncillo de faja". El citado autor relaciona a estos cuerpos con el magmatismo del Silúrico inferior.

La baritina se presenta en agregados de cristales tabulares; también es compacta microcristalina, de color blanco con tonos grisáceos y rosados.

Los ensayos realizados sobre diez muestras, arrojan un valor promedio, en cuanto a su densidad, de 4,21. Las reservas estimadas son del orden de las 60.000 toneladas.

#### "María Cristina"

Esta mina, de 3 pertenencias, se sitúa en la quebrada de Irique, paraje Volcán Yacoraite, a unos 130 km al N de la ciudad de Jujuy y 27 al O de la localidad de Huacalera, en el departamento Tilcara.

En esta región se distinguen areniscas cuarcíticas y cuarcitas rosadas claras (Cámbrico), en bancos gruesos y plegados, sobre las que se apoyan esquistos y pizarras gris amarillentas del Ordovícico.

Según ALABI y ALCOPA (1960) en los terrenos cámbricos se presentan varios asomos baríticos de rumbo N 15-20° E, que presentan mineralización en unos 0,15 a 0,20 m aproximadamente de espesor.

#### "Jarunco"

De una pertenencia, a nombre del señor M. de Nigris, se sitúa a casi 80 km al ONO de la localidad de Purmamarca, en el departamento Tumbaya y a unos 10 km al NE, por camino de herradura, de la ya descripta mina "Tusca".

Según GÓMEZ OMIL (1976-b), en el área se observan pizarras y filitas de la F. Puncoviscana (Precámbrico superior-Cámbrico), portadora de vetas de baritina, sobre las que se apoyan cuarcitas gris blanquecinas (F. Chalhualmayoc) del Cámbrico y sedimentitas del Grupo Salta, que muestran efectos de grandes plega-



mientos y fracturación ocasionados por los movimientos del ciclo Andico.

El autor arriba mencionado cita dos vetas principales, una de rumbo N 265° e inclinación de 10° al N, de 0,45 m de potencia y otra de rumbo N 230° y 64° de inclinación al O y 1,20 m de potencia. La mineralización está compuesta por baritina, que registra una densidad de 4,20 en agregados de cristales tabulares y también compactos, de color blanco grisáceo con ganga en cuarzo. Además se presentan asociados, minerales de cobre y plomo.

#### "Videncia"

Se halla ubicada a unos 50 km al SO de San Salvador de Jujuy, en el cerro Loma Las Pircas, departamento El Carmen.

Según BETANCOURT (1977) se observan 6 pequeños afloramientos en donde se registra la mineralización de baritina, con rumbos e inclinaciones variables y espesores de 0,3 a 0,7 m. El mineral, acompañado por lentes y nódulos de cuarzo, rellena una falla que afecta sedimentitas de grano fino de edad cambro-ordovícicas, que se disponen con rumbo meridional e inclinando 20° al E. Las densidades, medidas por ese autor, varían entre 4,00 y 4,35.

#### LA RIOJA

Según el Padrón Minero de 1978, esta provincia cuenta con 49 minas portadoras de baritina, solicitadas ya sea por este mineral o por plomo y baritina, que se localizan principalmente en su sector occidental, en los departamentos General Lavalle e Independencia.

De acuerdo a los datos aportados por el PLAN LA RIOJA-SERVICIO MINERO NACIONAL (1980), se pueden agrupar estos depósitos en 8 distritos o grupos principales emplazados en ambientes geológicos que pertenecen a unidades de las Sierras Pampeanas y de la Precordillera. Los ubicados en las Sierras Pampeanas de tipo vetiformes, con fluorita, eventualmente galena, algo de celestina y ganga de cuarzo y calcita, encajan en granitos y metamorfitas del Precámbrico y Paleozoico inferior. Se conocen los grupos mineros La Puntilla y Cerro Asperécito y los distritos Agua Quemada, Bajo de Las Minas, Catinzaco y Talampaya. Los de la Precordillera, vetiformes y también para algunos autores estratoligados ("La Helvecia"), con galena tanto como acompañante o en algunos casos como mineral principal, encajan en sedimentitas del Paleozoico y conforman los distritos Cerro Urcushun y Las Jarillas.

Según el informe arriba citado, las reservas, considerando los 8 distritos, ascenderían a alrededor de 310.000 t de baritina.

La explotación de este mineral se ha realizado a escala modesta, por lo general, en laboreos de poco desarrollo y realizados sobre los sectores más ricos y visibles, quedando su ritmo demostrado en los siguientes promedios por quinquenio, en toneladas: 1945-49: 1.953; 1950-54: 1.389; 1955-59: 1.373; 1960-64: 1.050; 1965-69: 358; 1970-74: 12 y 1975-79: 1.508.

Con respecto a la celestina, se conoce una pequeña manifestación ubicada al Sur del Cerro Guandacol, alojada en sedimentitas pérmicas; este mineral es señalado

además por PLAN LA RIOJA-SMN (op. cit.), en el distrito Plateado, ubicado en el Campo Talampaya, en la que se presenta con baritina incluida en sedimentitas triásicas.

#### Grupo Minero Cerro Asperécito

El cerro que da el nombre a este grupo se encuentra situado a pocos kilómetros al NO de la localidad de Villa Castelli, en el departamento General Lamadrid. Sobre su ladera occidental, en el paraje conocido como Rincón Grande del Cerro Asperécito, se emplazan las minas "Victoria" y "Ernesto", ésta a algo más de 600 m de la primera. Se llega a los depósitos desde la localidad citada por la ruta provincial n° 21, siguiéndola unos 5,5 km hacia el Norte, tomando allí una huella hacia el O que cruza el río Vinchina y el paraje El Condado, la que después de 12 km llega a la mina mencionada en primer término.

Este pequeño cerro, que pertenece geológicamente a las Sierras Pampeanas Noroccidentales, sobresale menos de 200 m en el valle de Vinchina en una planicie de loess y arenas recientes y corresponde un afloramiento del basamento cristalino compuesto por esquistos micáceos y cuarcíticos en parte inyectados, cuerpos concordantes de anfibolitas y algunos diques aplíticos-pegmatíticos, que se disponen con un rumbo general NNO-SSE y fuertes inclinaciones al ENE y OSO, asignados a la F. Espinal de edad precámbrica.

"Victoria": Amparada por tres pertenencias, según DAWSON (1964), este depósito está conformado por una veta principal, y algunas venillas y guías secundarias, con potencias que alcanzan a más de 1 m; dicha veta presenta "clastos" y "caballos" de roca de caja; puede seguirse con intermitencias hasta la mina "Ernesto", registrando un rumbo N 50-60° E y una inclinación de 65-85° al NO. Está emplazada en una zona de fractura ocupada inicialmente por una vulcanita de edad terciaria, la que por posteriores reactivaciones fue mineralizada por baritina en dos generaciones y luego de este sulfato un relleno de ópalo, calcedonia y cuarzo y por último por fluorita.

La baritina es blanca, espática en algunos sectores, mientras que en otros es sacaroide y muy compacta; la fluorita se presenta en cristales de 5 a 10 mm cúbicos amarillos y aciculares blancos y violáceos de 1 a 5 cm.

MASTANDREA y VALDÉZ (1968), realizan la cubicación del yacimiento delimitando tres bloques en el sector NE (I a III) y uno en el SO (IV):

	Potencia media (m)	Tonelaje (t)	Mineral
BLOQUE I	0,67	1.236	Indicado
BLOQUE II	0,65	4.522	Inferido
BLOQUE III	0,60 (estimada)	16.200	Inferido
BLOQUE IV	0,30	258	Indicado-Inferido

Para los tres primeros el contenido promedio calculado es de 30,8 % SO<sub>4</sub>Ba; 20,9 % SO<sub>4</sub>Sr y 37,8 % F<sub>2</sub>Ca. Para el cuarto se analizó una muestra con 30,5 % SO<sub>4</sub>Ba y 30,0 % SO<sub>4</sub>Sr. Además, estiman que un 40 % podría ser comercializado como baritina de primera.



Tres de las muestras analizadas por esos autores se exponen a continuación, con sus respectivas potencias:

	55 (0,50 m)	63 (0,70 m)	69 (0,80 m)
Humedad %	0,2	0,3	0,1
Pérd. a 800°C %	1,0	3,0	0,9
Silice (SiO <sub>2</sub> ) %	33,7	6,0	0,1
Soluble en H <sub>2</sub> O %	1,1	0,5	0,8
Sulfato (SO <sub>4</sub> ) %	13,4	10,6	16,8
Bario (BaO) %	22,1	16,2	2,2
Estroncio (SrO) %	2,0	2,0	19,6
Calcio (CaO) %	10,0	38,6	39,2

*Combinaciones probables*

SO <sub>4</sub> Ba (calculado) %	33,6	24,6	3,3
SO <sub>4</sub> Sr (calculado) %	3,4	3,4	35,3
F <sub>2</sub> Ca (calculado) %	12,0	50,0	54,0

Del común de las 25 muestras extraídas se obtuvo una densidad de 4,1.

De acuerdo a MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.) fue explotada mediante laboreos a cielo abierto y subterráneos sobre una longitud de veta de 225 m; según la misma fuente en el sector NE las labores se conocen como "La Escondida" y "El Balcón".

La extracción de mineral comenzó en 1954 y se paralizó definitivamente en 1963, con la obtención de 3.000 t de baritina.

"Ernesto": Aparentemente es la continuación hacia el SO de la veta de la mina "Victoria"; está amparada por una pertenencia a nombre del Sr. Ramón G. Castro. Según MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.), el cuerpo vetiforme, similar en cuanto a sus características geológicas al de la mina precedentemente citada, tiene rumbo N 40°E e inclinación de 65°NO, con una corrida visible de 30 m y espesores de 0,30 a 1 m en los bolsones, con un promedio de 0,40 m; en su sector N muestra cristales grandes y medianos de baritina con inclusiones de fluorita de grano fino; hacia el S la baritina es de grano fino y compacta, también con fluorita. La veta incluye "caballos de piedra", en parte cloritizados y hematitizados y oquedades tapizadas por cristales de cuarzo. Estiman alrededor del 40% de baritina comercialmente de primera.

Se ubicó un bloque de 248 t de mineral indicado, con 0,42 m de potencia media; dos muestras dieron como resultado los siguientes valores en por ciento:

	77	78
Humedad	—	—
Pérdida a 800°C	2,3	1,5
Silice (SiO <sub>2</sub> )	1,2	12,6
Soluble en H <sub>2</sub> O	1,6	1,3
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	26,4	24,5
Bario (BaO)	42,6	21,5
Estroncio (SrO)	7,9	11,0
Calcio (CaO)	9,9	11,5

*Combinaciones probables*

SO <sub>4</sub> Ba (calculado)	64,8	32,8
SO <sub>4</sub> Sr (calculado)	0,6	19,8
F <sub>2</sub> Ca (calculado)	21,1	—

El laboreo, realizado en 1959, consiste en tres rajos, uno de los cuales se abre en pequeño pique y otro en

una corta galería, además de destapes superficiales de escaso desarrollo.

*Grupo Minero La Puntilla*

Se encuentra situado a unos 15 km, término medio, en dirección NNE desde la localidad de Villa Unión, en los departamentos General Lamadrid y General Lavalle. Se agrupan, según MASTANDREA y VALDEZ (1968), en dos sectores, a saber: uno denominado Norte, situado en línea recta a 17,5 km al NNE de Villa Unión, sobre el faldeo sur-occidental del cerro La Puntilla, que comprende las minas "La Puntilla", "Silvano" y "Minar"; en el sector Sur, distante 9 km al NNE de la localidad citada, en los parajes Puesto Lomas Blancas y Los Portillos, se emplazan "Don Pedro" y "Lomas Blancas"; una distancia de 8 km en sentido meridional separa ambos sectores.

El acceso a este distrito se realiza desde Villa Unión a través de la ruta provincial n° 21 por 4,5 km; de allí un camino de 7 km conduce a "Don Pedro", la más austral, y de allí en dirección N, por distintas huellas a las propiedades restantes.

En cuanto al ambiente geológico imperante, DE ALBA (1954), señala que los asomos aislados de rocas cristalinas ubicados al O de la Sierra de Famatina corresponden a sus Granitos Postordovícicos, aunque indica que en el sector S del cerro La Puntilla y al O del Puesto La Aguada afloran esquistos cuarzosos de grano mediano a grueso, ricos en biotita. Según MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.), las vetas que constituyen estos depósitos se emplazan en esquistos micáceos inyectados precámbricos, de la F. Espinal, en la que incluyen las rocas tonalíticas del cerro La Puntilla, salvo la veta correspondiente a "Don Pedro", que lo hace en areniscas continentales rojas del Paganzo II. Rellenan fisuras de rumbo general NE-SO exceptuando a la de "Silvano" que tiene dirección NNO-SSE; la inclinación es hacia el NO menos la última nombrada y "Don Pedro" que inclinan al NE y SE, respectivamente.

"La Puntilla": de cinco pertenencias, figura en el Padrón Minero del año 1978 a nombre de la firma Amanecer S.A., siendo la más explotada de la región.

Según MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.), se trata de una veta con corrida visible de 170 m, que alcanzaría los 300 sumándole los sectores cubiertos y supuestos, con rumbo variable entre N 40 - 70°E e inclinaciones de 53 - 70° hasta 80°NO y vertical; presenta en los sectores no explotados escasa potencia. MEZZETTI (1960), indica que los trabajos se desarrollaron sobre una veta con un metro de espesor.

La baritina es de coloración blanca, amarillenta y rosada, en parte manchada por óxidos de hierro, por lo general compacta y de buen peso; los minerales de ganga son cuarzo y calcita que se disponen en pequeñas guías o llenando oquedades, además de galena a modo de ojos y nidos y probablemente celestina.

Los autores mencionados cubicaron un bloque de 990 t con potencia promedio de 0,18 m, para el que calculan un tenor de 76,5 % de SO<sub>4</sub>Ba y de 2,0 % de SO<sub>4</sub>Sr.

Algunos de los análisis que figuran en MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.) de muestras tomadas de las labores, registran los siguientes resultados en por ciento y con la potencia de muestra:



	43 (0,10 m)	44 (0,40 m)	48 (0,30 m)
Pérdida a 800°C .....	6,7	0,7	0,8
Sílice (SiO <sub>2</sub> ) .....	12,1	5,2	17,1
Soluble en H <sub>2</sub> O .....	vest.	0,3	0,6
Humedad .....	0,6	0,1	0,1
Sulfato (SO <sub>3</sub> ) .....	26,9	32,7	28,8
Bario (BaO) .....	45,6	59,4	48,4
Estroncio (SrO) .....	0,9	1,4	2,1
Calcio (CaO) .....	6,3	vest.	vest.

*Combinaciones probables*

So,Ba (calculado) .....	69,4	90,4	73,6
SO <sub>3</sub> Sr (calculado) .....	1,6	2,5	3,7

Sobre un común de 11 muestras se determinó una densidad de 4,2.

Las labores principales consisten en un pique, reconocido en 35 m de profundidad, que se supone que alcanza los 50 m en conexión con varios niveles aterrados, en el sector denominado OSO; un rajo con labores secundarias en el ENE y otros destapes menores; MEZZETTI (op. cit.) estima que las mismas totalizan los 200 m. Fue trabajada entre los años 1943 a 1945.

"Silvano": MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.) señalan para este yacimiento una veta de rumbo general N 13° O que inclina 65-80° NE, con una corrida de 150 m y espesor promedio de 0,25 m, cuyas salbandas son arcillosas de tonalidades rojizas con finas guías de yeso.

La baritina se presenta acompañada por calcita, cuarzo, e impregnaciones de minerales oxidados de cobre.

Cubican un bloque de 532 t de mineral indicado-inferido con potencia media de 0,26 m y tenores de 75,5 % SO<sub>4</sub>Ba y 1,9 % SO<sub>4</sub>Sr. A continuación se exponen tres análisis efectuados por esos autores, con la potencia de la muestra:

	36 (0,34 m)	37 (0,50 m)	38 (0,25 m)
Humedad % .....	0,1	0,2	0,2
Pérdida a 800°C % .....	0,7	1,0	1,1
Sílice (SiO <sub>2</sub> ) % .....	13,3	8,2	4,0
Soluble en H <sub>2</sub> O % .....	vest.	vest.	0,1
Sulfato (SO <sub>3</sub> ) % .....	30,2	31,7	32,4
Bario (BaO) % .....	54,4	57,1	61,0
Estroncio (SrO) % .....	1,5	1,6	1,4
Calcio (CaO) % .....	vest.	vest.	vest.

*Combinaciones probables*

SO <sub>4</sub> Ba (calculado) .....	82,7	86,9	92,8
SO <sub>4</sub> Sr (calculado) .....	2,6	2,8	2,5

Un común de la totalidad de las muestras extraídas arrojó una densidad de 4,35.

En la época en que se la trabajó, anterior a 1955, se ejecutó una galería sobre veta y algunas labores superficiales.

Legalmente se encuentra amparada por los pertenencias que figuraban en 1978 a nombre de la Compañía Industrial Progreso.

"Minar": Se trata, según MEZZETTI (op. cit.), de una veta de rumbo N 65° O e inclinación 74° NE, con una corrida estimada en 200 m, correspondiente a un relleno de fisura en varios períodos, que presenta en su pared yacente una brecha con fragmentos de roca de

caja y cemento barítico, mientras que hacia el techo se observa baritina pura, alcanzando el espesor total de la zona de fractura a 1,50 m; la roca de caja está poco alterada.

Según MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.) la baritina se presenta de color blanco-amarillento y compacta, acompañada por drusas de cuarzo, calcita, "nidos" de galena y fluorita tanto en la parte central como hacia las cajas y escasa celestina. Estiman que la baritina de primera alcanzaría al 20 %. Cubicaron un solo bloque de 365 t con potencia media de 0,23 m y tenores de 85,7 % SO<sub>4</sub>Ba y 2,8 % SO<sub>4</sub>Sr. Análisis realizados por estos autores sobre las muestras 39 (0,40 m de potencia), 40 (0,40 m) y 41 (0,30 m), arrojan los siguientes resultados, en porciento:

	39	40	41
Humedad .....	0,3	0,2	0,3
Pérdida a 800°C .....	2,0	0,7	2,0
Sílice (SiO <sub>2</sub> ) .....	10,6	8,0	7,4
Soluble en H <sub>2</sub> O .....	0,6	vest.	vest.
Sulfato (SO <sub>3</sub> ) .....	29,2	31,2	31,0
Bario (BaO) .....	53,6	58,0	57,5
Estroncio (SrO) .....	1,6	1,7	1,6
Calcio (CaO) .....	3,0	vest.	vest.

*Combinaciones probables*

SO <sub>4</sub> Ba (calculado) .....	81,5	88,3	87,5
SO <sub>4</sub> Sr (calculado) .....	2,8	3,0	2,8

Para una muestra común de todas las extraídas llegan a un peso específico de 4,3.

El autor mencionado en primer término consigna que el laboreo, que se ha desarrollado sobre un clavo producido por el cambio de rumbo de la fisura, consta de una galería de 20 m sobre veta y 10 m sobre estéril, además de un destape situado 15 m sobre el nivel de bocamina en donde aparece una zona muy brechada con baritina pura de 0,10 m de espesor.

En el llamado "Minar II" por MEZZETTI (op. cit.), se encuentra una veta de rumbo general N 45° E que inclina 63° al NO, con escasa potencia. El laboreo tiene un desarrollo longitudinal de 70 m y un realce de 30 m, en donde existe un pique de 5 m de hondura. Este era el único sector del distrito que estaba activo cuando se realizó el trabajo citado.

"Don Pedro": Se emplaza en las cercanías del Puesto Los Portillos y su yacimiento lo representa, según MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.), una veta que se vifurca constituyendo un cuerpo principal, situado al Sur, de 240 m de corrida intermitente con azimutes que van de N 75° E a N 55° O e inclinaciones variables desde 60° hacia el NNO a 80° al SO, y un cuerpo secundario, al Norte, de 70 m de largo, con rumbo N 55-80° E e inclinación 70-80° SE y S, y espesores entre 0,10 y 0,50 m, promediando los 0,20 encajado en areniscas rojas del Paganzo II dispuestas en un anticlinal, en las cuales el ascenso de fluidos mineralizantes produjo endurecimiento y decoloración.

La mineralización es de baritina compacta, en cristales grandes, hasta pequeños y de aspecto sacaroides en algunos sectores, a la que acompañan calcita, cuarzo, celestina, fluorita verdosa a violeta pálida, en ojos, además de óxidos de manganeso.

Se cubicaron cuatro bloques, a saber:



	Potencia (m)	Tonelaje (t)	Mineral	Leyes (%)
Bloque I	0,25	711	Inferido-indicado	79,5 % 5,0 %
Bloque II	0,31	833	Indicado	76,6 % 5,4 %
Bloque III		1.218	Inferido-indicado	67,7 % 3,0 %
Bloque IV	0,34	340	Inferido-	72,0 %

(%) Primera cifra SO<sub>4</sub>Ba y segunda cifra SO<sub>4</sub>Sr.

Algunas de las muestras extraídas por esos autores arrojan los siguientes resultados en porciento (se incluye las potencias muestreadas):

	4 (0,40 m)	14 (0,20 m)	20 (0,20 m)
Humedad .....	vest.	vest.	vest.
Pérdida a 800°C .....	0,8	0,9	0,4
Sílice (SiO <sub>2</sub> ) .....	4,5	15,7	27,3
Soluble en H <sub>2</sub> O .....	0,4	0,4	1,0
Sulfato (SO <sub>4</sub> ) .....	32,4	29,7	23,9
Bario (BaO) .....	55,0	49,8	44,5
Estroncio (SrO) .....	6,0	2,0	vest.
Calcio (CaO) .....	1,0	1,1	2,5

#### Combinaciones probables

SO <sub>4</sub> Ba (calculado) .....	83,6	75,7	67,6
SO <sub>4</sub> Sr (calculado) .....	10,6	3,5	—

Una muestra común, confeccionada con todas las extraídas del yacimiento, registra un peso específico de 4,2.

Según MEZZETTI (1960), el laboreo consiste en dos piques de 14 y 10 m de profundidad, realizados en los sectores más anchos del cuerpo, inundados. Los trabajos de explotación se realizaron entre 1943 y 1945.

"Lomas Blancas": Ubicada en el paraje homónimo, sobre el arroyo La Animita, MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.) describen al yacimiento como una veta de rumbo N 65° E y 70-79° al NNO de inclinación, con una corrida de 120 m y potencias de 0,10 a 0,50 metros.

La baritina, blanca a rosada y también amarilla, manchada por óxidos de hierro en sectores, se presenta tanto en grandes tablillas como en cristales pequeños; los minerales acompañantes son calcita, cuarzo y esporádicamente galena. Comercialmente sólo un 10 % alcanzaría la calidad de baritina de primera.

La cubicación efectuada por MASTANDREA y VALDEZ (op. cit.), es la siguiente:

	Potencia (m)	Tonelaje (t)	Mineral
Bloque I	0,23	96	Indicado-Inferido
Bloque II	0,33	312	Indicado
Bloque III	0,30	258	Inferido

con un promedio para los bloques II y III de 75,8 % SO<sub>4</sub>Ba y 1,6 % SO<sub>4</sub>Sr; tres análisis realizados arrojan los siguientes resultados porcentuales, con indicación de la potencia de muestra:

	22 (0,30 m)	25 (0,45 m)	26 (0,35 m)
Humedad .....	vest.	0,2	0,1
Pérdida a 800°C .....	0,3	1,2	0,9
Sílice (SiO <sub>2</sub> ) .....	11,1	9,0	43,2
Soluble en H <sub>2</sub> O .....	0,9	0,3	0,6
Sulfato (SO <sub>4</sub> ) .....	30,5	31,8	19,8
Bario (BaO) .....	54,0	56,4	32,3
Estroncio (SrO) .....	0,4	1,3	0,5
Calcio (CaO) .....	1,6	vest.	1,2

#### Combinaciones probables

SO <sub>4</sub> Ba (calculado) .....	82,0	85,8	49,2
SO <sub>4</sub> Sr (calculado) .....	0,7	2,3	0,9

MEZZETTI (op. cit.) señala que el laboreo alcanza los 80 m en sentido longitudinal y 30 m en el vertical, en parte con reales.

Se la trabajó esporádicamente hasta el año 1955 y, según datos de la Estadística Minera de la República Argentina, durante los años 1977 y 1978 fue nuevamente motivo de explotación.

#### Distrito Agua Quemada

"San Nicolás I y II": Se sitúa a unos 18 km al NE de la localidad de Amaná, en el faldeo sudoriental de la sierra de Vilgo, paraje conocido como Agua Quemada, departamento Independencia. Se alcanza desde el km 47 de la ruta provincial N° 26 (Patquía-Villa Unión), de donde se sigue una huella de unos 30 km hacia el N hasta el yacimiento, estando los últimos 6 km en mal estado.

La geología del área, según MASTANDREA (1960), está representada por granitos rojos de grano grueso, textura equigranular, con inclusiones de xenolitos oscuros, que presentan un suave relieve surcado por algunos diques de grano fino. Sobre éste apoyan las series sedimentarias continentales de Paganzo I (Carbonífero) y del Paganzo II (Pérmico).

Para el autor citado, al yacimiento lo componen dos vetas denominadas Este y Oeste, subparalelas, que encajan en granito; la primera de rumbo general N-S con variaciones al NO y NE e inclinaciones desde verticales hasta 58° al SO y NO, de una corrida cercana a los 210 m, con potencia máxima de 0,35 m y mínima de 0,03, siendo el promedio 0,15 m; la segunda, separada entre 120 y 200 m de la anterior y a 35 sobre su nivel, tiene una longitud de 200 m con espesor máximo de 0,70 m y menor de 0,18 m. La secuencia de la mineralización responde a un brechamiento de la roca de caja relleno por fluorita y luego por baritina tabular con algo de fluorita, quedando los espacios abiertos tapizados con calcita.

CASTAÑO (1965) señala que estas vetas, que presentan engrosamientos y acunamientos, están compuestas por fluorita de primera generación, de color verde pálido, que tapiza los hastiales con espesores de hasta 2 cm, baritina blanco lechosa hacia el centro, en parte manchada por óxidos de hierro, que suele ir acompañada por fluorita de segunda generación. Este relleno meso-epitermal que otorgó una estructura bandada simétrica a las vetas, produjo una zona de alteración hidrotermal de ancho variable en la roca huésped.

Fue trabajada a cielo abierto y los laboreos cubren prácticamente todo el afloramiento, con profundidades de 0,5 a 3 m hasta 6 como máximo.

"San Nicolás I", de cinco pertenencias, figuraba en el Padrón Minero de 1978 a nombre del Sr. Carlos A. Vichi. Según el primero de los autores citados se explotó durante los años 1944 a 1946 en los cuales se extrajeron unas 180 t de baritina de primera y 600 t de segunda.

#### Distrito Talampayá

Se encuentra ubicado en el faldeo occidental de la sierra de Sañogasta, en las inmediaciones del paraje



El Hornito, a algo más de 150 km al NO de la localidad de Patquía, en el sector sur del departamento General Lavalle. Su acceso se realiza desde el km 114 de la ruta provincial Nº 26 (Patquía-Villa Unión) desde donde se toma una huella en regular estado de conservación, en dirección NE, por unos 40 km hasta los yacimientos.

Topográficamente, en la región se presentan dos tipos de relieve, uno muy abrupto, con paredes verticales y otro suave, que coincide con granitos, que según el informe de Dirección Provincial de Minería de La Rioja (1970), son gris claro y rosados, de edad post-ordovícica y conforman los núcleos del cordón montañoso; se los incluye en la F. Sañogasta en PLAN LA RIOJA-SMN (1980); discordancia erosiva mediante se apoyan las sedimentitas de Paganzo I (Carbónico) y luego areniscas y arcilitas rojas, grises y verdes del Triásico.

Según PLAN LA RIOJA-SMN (op. cit.) se han reconocido 9 vetas en una superficie del orden de las 500 Ha, generalmente tabulares, con rumbos NO-SE y eventualmente N-S e inclinaciones verticales a sub-verticales, reconocidas en longitudes que van desde

algunas centenas de metros hasta 1.600 m y 30 m de profundidad en un sector, con espesores que van de finas guías hasta 6 m en algunos bolsones, estando los valores más comunes entre 1 y 2 m; son cortadas por algunas fallas postminerales de poco desplazamiento.

La mineralización consiste en baritina en individuos tabulares de buen desarrollo y en algunos casos pequeñas y de aspecto sacaroides, de color gris amarillento a blanquecino, intercrecida con calcita bien cristalizada; fluorita verde, a veces celeste y violácea, mineral éste que muestra cierto enriquecimiento hacia el centro de las vetas, y cristales de cuarzo bien desarrollados en drusas y geodas; también existen pequeñas cantidades de óxidos de hierro que suelen manchar la mineralización y celestina. Las proporciones de estas especies son variables, oscilando entre 15 a 80 % de baritina, 10 a 30 % de fluorita, 10 a 60 % de calcita y 10 a 15 % de cuarzo.

En el siguiente cuadro se señalan algunos de los análisis del PLAN LA RIOJA-SMN (op. cit.), en porcentajes en peso:



## CUADRO

	VETA I		VETA II		VETA IV		VETA V		VETA VI		VETA VII		VETA VIII		VETA IX	
Nº de Muestra .....	6627	6631	6633	6636	6654	6654	6639	6641	6644	6650	6642	6642	6643	6652	6653	
SO <sub>3</sub> Ba (calculado) .....	21,85	69,00	31,25	7,00	12,74	12,74	41,65	68,33	3,98	55,59	20,99	20,99	20,89	54,39	17,00	
SO <sub>3</sub> Sr (calculado) .....	2,52	5,57	1,17	1,17	1,37	1,37	3,28	1,33	40,54	2,11	1,37	1,37	9,93	4,01	1,49	
CO <sub>3</sub> Ca (calculado) .....	2,41	1,20	4,68	51,42	60,49	60,49	1,50	5,22	2,16	4,43	35,11	35,11	1,52	2,38	6,28	
F <sub>2</sub> Ca (calculado) .....	46,88	18,51	56,80	31,00	22,41	22,41	49,53	24,60	37,00	30,00	39,90	39,90	46,60	38,86	74,20	
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,35	0,25	0,20	0,70	0,30	0,30	0,20	0,35	0,25	0,15	0,10	0,10	0,15	0,25	0,20	
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	3,50	3,00	0,56	0,52	0,16	0,16	0,35	0,05	0,25	0,21	0,15	0,15	0,30	—	0,05	
Sílice (SiO <sub>2</sub> ) .....	22,38	2,29	5,25	7,75	2,30	2,30	3,27	—	15,30	7,70	2,04	2,04	10,75	0,05	0,05	
Humedad a 105°C .....	—	—	0,24	0,27	0,20	0,20	0,26	0,08	0,23	0,20	0,19	0,19	0,13	0,20	0,20	
Pérd. calc. a 800°C .....	1,06	0,53	2,06	22,61	26,60	26,60	0,66	2,42	0,95	1,95	14,56	14,56	0,67	1,05	3,00	
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ) .	3,04	3,90	3,34	3,30	2,90	2,90	3,55	3,85	3,56	3,45	3,15	3,15	3,10	3,43	3,25	



Se establecieron para todo el distrito reservas entre mineral indicado e inferido del orden de las 160.000 t de baritina y 140.000 t de fluorita.

El laboreo realizado, tanto a cielo abierto como subterráneo, es por lo general de poco desarrollo; el informe provincial precedentemente nombrado divide a este en 4 grupos llamados Occidental, Oriental (donde se encuentran la mayor cantidad de labores), El Hornito y El Rancho. MEZZETTI (1960-b), señala para el sector SE una labor de 150 m de largo, con profundidad de hasta 30 m. Para el distrito, el mismo ubica 16 minas declaradas por baritina y 2 por fluorita en una extensión de alrededor de 8 km en sentido NNO y 700-800 m de ancho. La explotación de mayor volumen data del año 1958.

Cabe destacar, entre los depósitos de este distrito, el de la mina "Aurelia II" que, según CANDIANI (1973), está representada por dos vetas de rumbo N 20° O que encajan en un granito con contactos netos; una de 1.000 m de corrida y potencia de 1 a 1,4 m, superando en algunos bolsones los 10 m, con un perfil transversal que muestra 0,70 m de baritina, 0,40 m de fluorita y 0,40 m de calcita; la otra posee 600 m de largo y potencias de 1,5 a 1,7 m. Se han realizado sobre ellas piques de poca profundidad y rajos a cielo abierto.

Este autor señala que se podría extraer un 80 % de baritina "extra blanca" y "común" y 20 % de petroliera, con una recuperación por selección manual de 60 % de fluorita.

#### *Distrito Bajo de las Minas*

Se halla ubicado en el sector SO de la hoja 17 d Catanzaco, al S del cerro Pabellón y NNO de El Carrizal. Comprende los yacimientos "Isabel" y "La Mendocina".

"Isabel": Este yacimiento de baritina y fluorita se ubica en el departamento Independencia. Su propietario es el Sr. Martín Cañete y ocupa una pertenencia (6 Ha); está arrendada a M. Rua que la explota en forma semi-mecanizada. El acceso se realiza por un camino minero que parte de Amaná en dirección NO y tras recorrerlo por 22 km conduce al yacimiento.

Se halla emplazada en ambiente de Sierras Pampeanas, en un relieve poco pronunciado -alturas 1.900 m s.n.m.- constituido por rocas graníticas y metamorfitas, cortadas por el arroyo Seco, cuya quebrada sigue una dirección NE-SO. Además se observan en la región sedimentitas del Paganzo.

El yacimiento consiste en dos vetas: Este y Oeste, respectivamente; ambas manifiestan un control dado por fallas. La rama oriental observa un rumbo N 15° O, Subvertical, potencia promedio 40 cm, longitud visible 60 m. En el sector sur es interceptada por una falla N 130° constituyendo ojos y venillas a partir de esa zona. Mientras que en el norte se va acuñando hasta culminar en una serie de venillas más o menos paralelas. La estructura de la veta es variable: baritina central -10 a 20 cm- y fluorita -2 a 8 cm- hacia las salbandas. Otras veces fluorita, baritina y fluorita verde-rosada, brechada en el centro. La baritina es blanca, laminar y en sectores amarillenta, por óxidos de hierro. En su parte media encontramos un rajo cuyas dimensiones son: 15 m de largo por 3 de ancho y 9,5 m de profundidad, que se continúa en una galería de pocos

metros que se orienta al Sur. La occidental, de un desarrollo superior a 300 m, presenta un rumbo N 45° O e inclina 70° al E, aunque sufre flecciones. Al sur de la quebrada se sitúa un socavón de 7 m, donde la veta registra 1,5 m de espesor; su estructura muestra 1 m de baritina en el centro y externamente 0,25 de fluorita hacia cada pared. La roca de caja, en este sector, es una roca esquistosa con abundante biotita.

Al norte se ubica otro socavón de unos 12 m de avance al O; allí la veta tiene un rumbo N 40° O e inclina hasta 65° desde casi vertical. En cuanto a la mineralogía y estructura es similar a la anterior. Se continúa con interrupciones, unos 200 m de manera visible; siendo la caja, un granito en el techo y un esquisto en el piso. Al oeste se presenta nuevamente la veta a través de una labor irregular, en un tramo de unos 20 m, donde la misma alcanza una potencia de 2 m, correspondiendo el 50 % a baritina laminar, blanca amarillenta y el resto a fluorita, sílice y restos de roca de caja, siendo la estructura brechosa.

MASTANDREA (1962) aprecia para este yacimiento que el 50 % es de baritina de segunda y el resto de tercera. Su densidad promedio es 4.

Cuando se visitó el área (julio de 1980), la mina se encontraba paralizada.

Según comunicación verbal del geólogo M. Guerrero, a unos 30 km al norte del yacimiento anteriormente descrito, se halla "La Mendocina", explotada por el Sr. Ibazeta. Consiste en una veta de rumbo N 25° E e inclinación 80° O, con una corrida visible de 300 m y una potencia variable (0,5 - 1 m); se emplaza en un granito gris blanquecino de grano grueso; consiste en 90 % de baritina y 10 % de fluorita, siendo su densidad 4,15.

Se observan varias labores, entre ellas un pique de 4 m y varios destapes superficiales.

#### *Distrito Urcushun*

"Helvecia": Amparada por 4 pertenencias a nombre de Tumina S.A., según el Padrón Minero de 1978, y declarada por Plomo-Baritina, se sitúa al Oeste de la localidad de Guandacol, con alturas entre 2.700 y 2.900 m s.n.m. en el faldeo occidental del cerro que le da el nombre al distrito, departamento General Lavalle. Partiendo desde la localidad citada se deben recorrer 5 km hasta el establecimiento minero San Bernardo, de la firma propietaria, y de allí 20 km hacia el Oeste por una huella que corre por el río Guandacol y luego 5 km al Norte ascendiendo el cerro Urcushun, hasta alcanzar el yacimiento.

Se han realizado varios estudios geológico-mineros sobre esta mina, entre los cuales se pueden citar SISTER (1960), THEBAULT y PASQUIN (1964) y BRODTKORB (1979); este último preferentemente referido a la génesis de los depósitos.

El ambiente geológico donde se ubican los yacimientos de esta región, emplazada en la Precordillera riojana, está representada por calizas, en parte dolomías (F. San Juan) y otras sedimentitas ordovícicas (lutitas y conglomerados de las F. Gualcamayo y Las Vacas), cubiertas por sedimentitas marinas costeras y continentales carbónicas (F. Volcán y F. Panacán); en cuanto a las rocas ígneas se cita la presencia de un cuerpo monzodiorítico con su aureola de contacto (To-



SELLI, 1971) y diques andesíticos triásicos (FURQUE, 1972-a). Para el área de la mina en cuestión, la Caliza San Juan es de grano fino y coloración grisácea oscura a clara con tonos parduzcos y se dispone en bancos de espesor variable con intercalaciones y nódulos de chert negro; por encima según BRODTKORB (op. cit.) se puede observar un conglomerado brechoso calcáreo, mientras que THEBAULT y PASQUIN (op. cit.) y SISTER (op. cit.) se refieren a él como una brecha de corrimiento. Por sobre éstas se disponen areniscas y conglomerados rojo morados a blanquecinos de la F. Volcán y arcasas blanquecinas y fangolitas de la F. Panacán, ambas del Carbónico; además BRODTKORB (op. cit.) consigna "rocas volcánicas-subvolcánicas alteradas existentes en interior de mina" de edad incierta. Este conjunto ha sido fracturado y plegado por movimientos que se dirigen de Oeste a Este, formando las sedimentitas, en el sector tratado, una estructura homoclinal de rumbo general N-S e inclinación promedio de 30° al Oeste, aumentando en esa misma dirección.

La mineralización de baritina, distribuida en una superficie más o menos equidimensional de aproximadamente 1 km<sup>2</sup>, se ubica en o cerca del contacto entre las calizas de la F. San Juan y areniscas de la F. Volcán; BRODTKORB (op. cit.) la denomina Tipo IIIa, se presenta como varios cuerpos tabulares y lenticulares de hasta 30 m de largo y 2 m de espesor, a veces interconectados; el sulfato es de grano grueso, espático, blanco a rosado, teñido en sectores por óxidos de hierro, asociado a nódulos de galena, escasa blenda y minerales oxidados de Zn; este autor hace notar que en los bordes de los cuerpos los minerales citados se presentan de grano más fino y en menor proporción con respecto a la ganga; además la baritina se presenta como pequeñas tablillas y guías dentro de las areniscas de la F. Volcán (mineralización del tipo IIIb) y de grano muy fino como acompañante de galena y blenda en la mineralización del Tipo II. Propone para este yacimiento un origen singenético sedimentario, con algún relleno de fractura producto de removilizaciones.

Para SISTER (op. cit.) y THEBAULT y PASQUIN (op. cit.), la mineralización es epigenética y está controlada por factores tectónicos, sugiriendo estos últimos la presencia de cinco tipos primarios distintos compuestos de baritina, galena, blenda y pirita, principalmente, en proporciones variables, que se presentan tanto en fallas o intersecciones de ellas, como en las cercanías del contacto calcáreo-arenisca, o sea la brecha silicificada (esencialmente barítica) y también como impregnación en las areniscas.

Se han desarrollado gran número de labores tanto subterráneas como a cielo abierto, de tipo piquén, muy variables en cuanto a sus formas y dimensiones, las cuales se agrupan en los siguientes conjuntos de labores: El Halcón, Las Filipinas, Corte Grande y La Solitaria, siendo esta última la de mayor importancia ya que cuenta con un socavón de 356 m de avance hacia el N, del cual parten varias labores, entre ellas un pozo de 31 m de profundidad y de allí un cortaveta hacia el O de unos 85 m, superando el conjunto, en total, los 900 m de desarrollo.

El mineral en cuestión, conjuntamente con el de plomo y cinc, es tratado en el establecimiento San Bernardo, en donde es purificado, molido y embolsado a un ritmo, en julio de 1980, de alrededor de 20 t/día, que eran aportadas por la mina que se trata, "Emma

I y II" y otros pequeños productores de la zona; existían en el establecimiento en esa época unas 350 t de baritina molida y embolsada con destino a YPF.

Según THEBAULT y PASQUIN (op. cit.) el volumen extraído de baritina, sin continuidad, entre los años 1947 a 1963 es en números redondos 9.000 t con 94 % SO<sub>4</sub>Ba. Para 1979, según los datos aportados por el departamento de Economía Minera de la Dirección Provincial de Minería de La Rioja, se produjeron 61 t de baritina, por parte de la empresa propietaria del yacimiento, y 150 t de la Compañía Guandacol de las labores de Corte Grande.

En la región también existen otros depósitos, por lo general inactivos o explotados esporádicamente y a escala reducida, citándose entre otros "El Llanito", cuyo yacimiento es un relleno barítico con algo de galena en las fracturas y planos de estratificación de la Caliza San Juan (THEBAULT y PASQUIN, op. cit.) y otros trabajados por el Sr. Isidoro Iriarte.

#### *Distrito Las Jarillas*

Se encuentra ubicado en el área de la quebrada homónima y la del Descubrimiento, aproximadamente a 70 km al NO de la localidad de Guandacol, sobre el faldeo oriental de la sierra de La Punilla, en la zona límite entre los departamentos General Lavalle y General Lamadrid.

Su acceso se puede realizar tanto desde la población de Guandacol a través del río de La Troya pasando por los parajes Las Juntas y Tambillos, como desde Jagüé hasta el río citado siguiendo cerca de 35 km hacia el S hasta alcanzar la quebrada de Las Jarillas.

El área, con una altura cercana a los 3.200 m, presenta un relieve bastante escarpado. Los cuerpos mineralizados se emplazan dentro de la región morfoestructural de la Precordillera en sedimentitas continentales compuestas por cuarcitas, areniscas cuarcíticas y conglomerados asignados a la F. Punilla de edad devónica inferior para esta zona según FURQUE (1972-b). Estructuralmente se registran fallas de rumbos N-S con variaciones al NO y NE y algunas E-O, además de pliegues asimétricos de orientación general N-S.

En el distrito, según el PLAN LA RIOJA-SMN (1980), se presentan varias vetas de baritina cuarzosa con pequeñas cantidades de plomo y cobre, alojadas en fracturas de la F. Punilla de rumbo N-S a NE-SO con fuertes inclinaciones al E y O, visualizándose en algunos casos una tectónica postmineral. Genéticamente son rellenos epitermales postpérmicos vinculados al magmatismo que origina los diques y filones andesíticos cercanos, los cuales estarían relacionados al Batolito Complejo de la Cordillera Frontal.

Se encuentran en el distrito las minas "El Chalchalero", "Paulina" y "Santa María II".

"El Chalchalero": Amparada por 5 pertenencias a nombre de la Compañía Industrial Progreso S.A., su yacimiento según PLAN LA RIOJA-SMN (op. cit.), está conformado por una veta de rumbo N-S e inclinaciones de 60° E a 75° O pasando por la vertical, que presenta una corrida de 900 m con espesores que van de 0,30 hasta 2 m en algunos bolsones, estando por lo común entre 0,60 y 1 metro.

La baritina es de color blanco-grisáceo a blanco-amarillento, de grano fino, ocasionalmente en individuos tabulares, se halla íntimamente intercrecida con



cuarzo y calcita, además hay algunos granos de celestina azul claros y cristales de fluorita. Se disponen en una estructura masiva, con alrededor de 80 % de baritina.

Algunos análisis que figuran en el informe citado arrojan los siguientes resultados, en porciento:

	6233	6238	XX	XX
SO <sub>4</sub> Ba (calculado) ...	90,90	88,00	62,15	70,60
SO <sub>4</sub> Sr (calculado) ...	2,10	1,70	0,96	—
SO <sub>4</sub> Ca (calculado) ...	—	—	3,89	3,10
CO <sub>2</sub> Ca (Calculado) ...	1,00	3,60	2,68	3,00
F <sub>2</sub> Ca (calculado) ...	1,60	0,80	—	—
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ...	0,40	0,70	—	—
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ...	0,3	0,40	—	—
Silice (SiO <sub>2</sub> ) ...	3,0	3,00	27,85	19,23
Humedad a 105° ...	0,10	0,10	—	—
Pérd. a 800°C ...	0,40	1,50	—	—
Peso esp. (g/cm <sup>3</sup> ) ...	—	—	3,65	3,84

XX: análisis de muestras extraídas por perforaciones.

Las reservas de este yacimiento, entre mineral medido e inferido, alcanzan a 50.000 t (PLAN LA RIOJA-SMN, 1980).

"Paulina": Registrada por plomo-baritina a nombre del Sr. Pedro E. Paez, la componen tres pertenencias.

El depósito está constituido según PLAN LA RIOJA-SNM (op. cit.) por 2 vetas; la más importante tiene rumbo N 45° E desde subvertical a fuertemente inclinada al NO, de una corrida de 150 m y potencia media cercana a 1,20 m con máximos de 2,20 y mínimos de 0,50 m. La otra veta tiene dirección N 35° E y la misma inclinación que la anterior, con potencias de alrededor de 0,50 m y 80 m de longitud.

La mineralización es similar a la de "El Chalchale-ro", siendo la baritina algo más rosada, e incluye "nidos" de galena.

Sus reservas, según el informe citado precedentemente, son del orden de 14.000 t de baritina con una densidad media de 4,20 g/cm<sup>3</sup>; análisis químicos extraídos del mismo se exponen a continuación, en porciento:

	M.2	M.12
SO <sub>4</sub> Ba (calculado) .	89,7	84,1
SO <sub>4</sub> Sr (calculado) .	2,0	1,5
CO <sub>2</sub> Ca (calculado)	1,6	4,1
F <sub>2</sub> Ca (calculado) ..	1,6	0,8
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ...	0,5	0,1
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ..	0,3	0,6
Silice (SiO <sub>2</sub> ) ...	3,1	5,1
Humedad a 105°C .	0,1	0,1
Pérd. a 800°C ....	0,7	1,8

"Santa María II": Amparada por 6 pertenencias a nombre de la firma Polimineral S.R.L., está registrada por plomo-baritina. Su yacimiento consiste, según HERNÁNDEZ (1976), en una serie de vetas que parecen seguir líneas de fractura de rumbo NE-SO e inclinación de 80° al SE y NO hasta vertical, con una corrida total reconocida superior a los 500 m potencias desde menos de 1 m hasta 3.

Siguiendo al autor citado, la mineralización consiste en baritina blanco-amarillenta, a veces verde por estar manchada por carbonatos de cobre, en individuos tabulares medianos, acompañados por alrededor de 1 % de galena en cristales de 0,5 a 1 cm, sulfuros y carbonatos de cobre y algo de cuarzo.

Sus reservas, según HERNÁNDEZ (op. cit.) entre positivas, probables e inferidas están en el orden de las 60.000 toneladas. Dos análisis químicos extraídos del informe citado indican los siguientes valores porcentuales:

	1336	1335
SO <sub>4</sub> Ba (calculado) .....	74,40	83,30
SO <sub>4</sub> Ca + SO <sub>4</sub> Sr (calculados)	2,00	2,12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,40	0,90
MnO .....	0,20	0,04
SiO <sub>2</sub> .....	20,07	12,30
Pérd. por calc. ....	1,80	1,16
Peso esp. (g/cm <sup>3</sup> ) .....	3,77	4,08

Existen alrededor de 20 m de labores subterráneas desarrolladas hace algunos años en procura de galena.

### Cerro Guandacol

"Alborada": Esta mina, no registrada en el Padrón Minero de 1978 y cuyo propietario es el Sr. J. Pravidur, se encuentra situada a unos 300 m de la ruta nacional n° 40 a la altura de su Km 444,5, 9 km al E de la localidad de Guandacol y unos 33 al O del acceso a Villa Unión, en el departamento General Lavalle.

El relieve en el cual se emplaza lo conforman las últimas elevaciones de la ladera S del cerro Guandacol, entre las cuales, en una pequeña quebrada que con dirección SSO desemboca en el valle del río Guandacol o de La Troya, se encuentra el yacimiento.

Geológicamente, el área está representada por areniscas rojizas, en parte pardas y verdosas ubicadas tentativamente en el tercio superior de la F. Patquía (Pérmico), a las que siguen en concordancia filones capa de vulcanitas moradas y verdosas con abundantes venillas de calcita, posiblemente correspondientes al Triásico, conjunto éste que conforma una estructura homoclinal de rumbo NE-SO, con inclinaciones de 40-50° SE, acentuándose hasta 70° en el sector NE; se intercala, concordantemente entre las areniscas, una lente de yeso sacaroide, de color blanquecino, con manchas y bandas rojizas paralelas a la estratificación, de 110 m de largo aflorante y una potencia máxima, aproximada, de 4 metros.

El mineral explotable, principalmente celestina, aflora en forma discontinua a lo largo de la margen derecha de la quebrada en unos 50 m; se presenta a modo de bochas y lentes irregulares, de hasta 1 m<sup>3</sup>, con espejos de fricción, dentro de las areniscas rojas y verdosas masivas, ya que en este sector no muestran la fina estratificación original. Aparentemente está alojado en una falla de rumbo NNE-SSO e inclinación de alto ángulo al SE. Ya fuera de la quebrada, hacia el SO, por debajo del banco de yeso y dentro de las areniscas, se observa una pequeña lente de celestina con bandas de pedernal.

La celestina es de grano fino, tipo sacaroide, compacta, de coloración pardo-grisácea con tintes rojizos; está acompañada por calcita y en algunos sectores tiene aspecto de brecha con cemento de la misma composición; se le asocia algo de pedernal rojizo-amarillento. Un análisis de una muestra, tomada por los autores de este trabajo y analizada en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, arrojó los siguientes resultados porcentuales:



SrO .....	45,56
BaO .....	0,85
CaO .....	6,50
SiO <sub>2</sub> .....	2,38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,25
SO <sub>3</sub> .....	38,07
Celestina (calc.) .....	80,43
Baritina (calc.) .....	1,29
Calcita (calc.) .....	10,52
Yeso (calc.) .....	4,18

Este depósito es explotado por el Sr Isidoro Iriarte, en forma esporádica y a un ritmo que no sobrepasa las 50-60 t/año, en varios pequeños frentes de arranque a lo largo de la quebrada. El material era entregado al propietario, Sr. Pradivur, en la ciudad de Córdoba con destino a la fábrica de elementos de pirotécnica. El yeso fue también explotado hace ya varios años, según datos de pobladores de la zona, en distintos frentes de poca dimensión a lo largo de su afloramiento y fue usado como corrector de suelos en agricultura.

#### SALTA

##### Mono Abra

Este depósito está cubierto por 13 pertenencias a nombre de la firma Geberovich Hnos.; se localiza a 160 km al SE de la población de La Quiaca, en el departamento Santa Victoria, al E de la sierra homónima y a unos 16 km en línea recta, al SSO de la localidad de Santa Victoria. Se alcanza desde La Quiaca por el camino que, pasando por Yavi, conduce a la localidad de El Cóndor, para tomar luego hacia el E por el Abra del Cóndor hasta la mina "La Ciénaga", de la cual el yacimiento en cuestión dista unos 8 km.

El área, emplazada en el sector NE de la región morfoestructural de la Cordillera Oriental, está conformada por lutitas negras, areniscas lutíticas y areniscas pertenecientes al grupo Santa Victoria y una colada basáltica asignada al Cuartario; hacia el E aparecen areniscas silicificadas cámbricas. La estructura, en general, corresponde a pliegues volcados, fracturados y corridos, representando en parte un fallamiento en bloque.

Según MEILAN (1980) la mineralización constituye un relleno de fracturas, que afectan a cuarcitas moradas de la F. Acoite (Areguiniano-Llanvirniano), estando éstas muy fracturadas y plegadas. El depósito está conformado por 4 vetas separadas en una distancia de 2.800 m, de rumbos entre E-O y NE-SO e inclinación entre 50-70° al S y SE, con corridas de 200 a 800 m y potencias que varían de 0,45 hasta 10 m en algunos sectores; afloran con grandes desniveles y en algunos casos formando crestones sobresalientes (veta 1).

La veta 1 posee una corrida aproximada de 200 m, con un rumbo N 70-73° E e inclinación de 55° al S hasta subvertical; acusa potencias de 0,45 m en su sector occidental y 9 m en el oriental y desniveles de 25 y 70 m, respectivamente.

La veta 2, situada a unos 1.200 m al N de la anterior, tiene rumbo N 58° E e inclinación al SE, con una corrida cercana a los 800 m y potencias de hasta 7 m.

La veta 3, casi 1.000 m al N de la precedente, se

arrumba en sentido N 60° E con inclinación al SE, presentando una corrida cercana a los 800 m y unos 2 m de potencia, y la más septentrional, veta 4, a 600 m de la anterior y con rumbo e inclinación similar, posee 800 m de largo y potencias de hasta 10 m.

En general, los contactos con la roca de caja son netos y no se advierte la presencia de jaboncillo de falla.

El mineral es de grano grueso hasta espático, tabular, de color blanquecino, con ganga de cuarzo y algunos "caballos de piedra"; la densidad varía entre 4 y 4,21.

MEILAN (op. cit.), para un sector de la veta 1, sobre el que se comenzaría la explotación, estima reservas totales del orden de las 140.000 t. De acuerdo con la información que se posee, sobre la base de los datos de afloramientos, las reservas, se cree, superan los 2.000.000 de toneladas, constituyendo uno de los depósitos más importantes del país.

##### Acazoque

Esta propiedad, solicitada por plomo y trabajada por algún tiempo por galena y baritina, pertenece a la Compañía Minera La Poma S.A. Se localiza al SO de San Antonio de Los Cobres, aproximadamente a unos 15 km de la misma, entre las quebradas de Potrerillos y Cajón. La veta se emplaza en el contacto entre granito-dacita; según MÉNDEZ *et al.* (1979) se trata de una granodiorita biotítica de color gris blanquecino y un pórfido riódacítico perteneciente a la F. Oire, de edad silúrica, en el ambiente geológico de Puna.

Presenta un rumbo NO-SE e inclina 58° O, con una corrida aflorante de 80 m y una potencia promedio de 40 cm. La baritina es blanca, en parte amarillenta, de grano fino y con espesores de 35 a 55 cm. El mineral de plomo se manifiesta como venillas de 2 mm a 1,5 cm y ojos de 2 cm de diámetro. Asimismo, asociada a la barita, se hallan venillas de malaquita y disseminaciones poco abundantes de calcosina.

Hacia las salbandas fluorita violácea, con potencias de 5 a 9 cm. Se observan distintas labores, siendo un socavón de rumbo N 200° y una longitud de 50 m, la de mayor envergadura.

En la época en que se efectuó la visita (octubre de 1980), el yacimiento se hallaba paralizado.

##### Agua Blanca

El depósito se emplaza en el departamento Los Andes, a unos 3 km al noroeste de la población de Santa Rosa de Los Pastos Grandes, distante 150 km aproximadamente de la localidad de San Antonio Oeste.

Se trata de una veta de rumbo N-S, subvertical hasta 60° al oeste, reconocida mediante destape en una corrida de 120 m y una potencia que oscila normalmente entre 10 y 20 cm. El cuerpo mineralizado encaja en un material andesítico, de aspecto tobáceo, con alto grado de alteración en las zonas contiguas a la veta, observándose además una densa fracturación que, a menudo, suele estar rellena con el sulfato de bario, originando redes de finas guías entrelazadas.

La mineralización muestra una estructura bandeada con individuos tabulares bien desarrollados de 2 hasta 5 cm y también en pequeñas rosetas. La coloración es



llamativa, registrándose desde el blanco, blanco verdoso, el verde azulado y eventualmente pardo claro. Un diagrama de rayos X practicado sobre el mineral, revela que el mismo corresponde a baritina con proporciones de celestina y escasa goethita.

El yacimiento pertenece a la firma Obras y Servicios Generales, y viene siendo explotado mediante un rajo a cielo abierto desde el año 1976, con una producción total, hasta noviembre de 1980, de 200 t que se destinó a la industria petrolera.

#### BORATOS, SAL COMUN, SAL DE ROCA, CARBONATO Y SULFATO DE SODIO

El aprovechamiento de algunas de estas evaporitas ocupa un importante lugar dentro de la actividad extractiva de las provincias que componen la región del NOA, en especial la explotación de los boratos, que con sus cuantiosas reservas sólo se registra en el extremo noroeste de nuestro territorio. La región del altiplano o Puna cuenta con grandes recursos de cloruro de sodio, boratos, sulfato de sodio, como así también modestas concentraciones de carbonato de sodio, minerales éstos que se alojan en salares, salinas o lagunas y asimismo en estratos terciarios portadores de boratos y sal de roca.

Los salares de la Puna vienen siendo objeto tradicionalmente de estudios tendientes a reconocer sus reservas y calidades de boratos, sal común, sulfato y carbonato de sodio; sin embargo, desde hace pocos años se inicia en muchos casos una investigación detallada, orientada a lograr un conocimiento exhaustivo en diferentes aspectos, entre ellos la génesis, naturaleza de las masas salinas, presuntas áreas de aporte, regímenes hidrológicos, evolución y, especialmente estudios de carácter geoquímicos y tecnológicos de sus salmueras a fin de posibilitar la eventual recuperación de las sales de litio, potasio y magnesio. Varios son los organismos nacionales y provinciales que han elaborado sucesivos programas de trabajos de prospección, muestreo, análisis y estudio de mercado de los sólidos y salmueras de la mayor parte de la Puna. Dichos organismos son: UNSa, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales conjuntamente con la Dirección General de Fabricaciones Militares, Subsecretaría de Estado de Minería, Direcciones y Secretarías de Minería provinciales. Los estudios y resultados preliminares (Cuadros 8 y 9) preveen que los salares de la Puna Argentina cuentan con recursos de gran demanda mundial como el litio o de grandes consumos nacionales como el potasio para fertilizantes o el magnesio como refractario.

La unidad morfoestructural que se considera se extiende en nuestro país en una longitud del orden de los 600 km y un ancho próximo a 200 y cubre la mitad occidental de las provincias de Jujuy, Salta y norte de Catamarca. En ella se localizan numerosos cuerpos salinos portadores de cloruro de sodio (sal común o halita), boratos y sulfato de sodio (thenardita- $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y mirabilita- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), alojados en accidentes tectónicos. Esas cuencas de formas y dimensiones variables conforman un rasgo morfológico típico de la región puñena, observándolas cercadas por sierras que se elevan varios centenares de metros sobre el nivel de la penillanura.

La altiplanicie, con una altura media superior a 3.800 m, se halla rodeada de cuerpos montañosos y registra en su interior sucesiones de cordones y bolsones con orientación meridional a submeridional. La existencia de dichos cuerpos impiden un drenaje externo y sí facilitan un avenamiento centrípeto que da lugar a cuencas endorreicas, permitiendo las acumulaciones de aguas procedentes de las precipitaciones estivales, así como a los productos de erosión.

Varios son los autores que se han ocupado de los depósitos salinos o evaporitas de la Puna, entre otros REICHERT (1907), CATALANO (1926, 1927 y 1930), CORDINI (1950), PASCUAL y WELFINGER (1955), ARISTARAIN y LATORRE (1958), REVERBERI (1960, 1968). Más recientemente diversos investigadores vienen desarrollando tareas geoquímicas en salmueras ricas en metales alcalinos, debiéndose señalar los trabajos de AMENGUAL (1979), NICOLLI (1979), NICOLLI *et al.* (1980), IGARZÁBAL (1978, 1979) e IGARZÁBAL y POPPI (1980), como así los que se refieren a su geología, en particular TURNER (1972), TURNER y MÉNDEZ (1977), MÉNDEZ *et al.* (1979) y ACEÑOLAZA y TOSELLI (1981), que actualizan y sintetizan las características geológicas-tectónicas de la extensa región.

Siguiendo a los distintos investigadores es dable señalar que la disposición de las entidades litológicas indican para esta unidad una tectónica de bloques, generada a partir de los movimientos andícos. Los bloques están delimitados por sistemas de fallas regionales inversas y de orientación submeridional. La geología imperante en la región está representada por un basamento ígneo-metamórfico, de gran distribución areal, atribuido al Precámbrico-Paleozoico inferior. Afloran también grandes extensiones de lutitas y sedimentos areniscos asignados al Ordovícico. Se destacan asimismo materiales volcánicos de un importante ciclo efusivo terciario-cuartario, de carácter ácido a mesosilíceo hasta básico, con predominio de dacitas, andesitas y en menor proporción de basaltos, además de tobas e ignimbritas. Es de señalar además materiales póstumos de la actividad volcánica, en especial los calcáreos travertínicos.

Sedimentos terciarios continentales conforman la mayor parte del relleno de las cuencas tectónicas; se trata de un potente conjunto de elementos clásticos, de color pardo rojizo a grisáceo, y que bajo la denominación de Terciario Sedimentario Indiferenciado (MÉNDEZ *et al.*, 1979) incluyen a los grupos Pastos Grandes y Chaco y a las Formaciones Peña Colorada y Cerro Morado. El conjunto de conglomerado, areniscas, limolitas y arcilitas, que suelen contener intercalaciones tobáceas y evaporitas (yeso, sal de roca y boratos), se presentan normalmente plegadas y fracturadas. La sal de roca, como se verá más adelante, es aprovechada en las zonas de Tolar Grande y de Pastos Grandes en la provincia de Salta, y en mucho mayor volumen las concentraciones de bórax (tincal) de la F. Sijes, en la península de Tincalayu, en la misma provincia.

Acumulaciones detríticas de diversos orígenes se hallan profusamente distribuidas en la región, con espesores variables de decenas a centenares de metros que se disponen discordantemente sobre las entidades subyacentes; esos materiales, mal seleccionados, forman abanicos aluviales o depósitos pedemontanos y constituyen el último aporte al relleno de las cuencas.



CUADRO 8

Muestra No	TIPO DE MUESTRA Y PROCEDENCIA	p.e. (g/cm <sup>3</sup> )	Residuo a 105°C (g/l)	(g/l)									
				Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>=</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>
2	Salmuera de "pileta", Salinas Grandes de Salta y Jujuy	1.207	326.96	0.352	118.5	5.61	1.29	2.43	n.d.	n.d.	0.509	3.21	195.2
7	Salmuera superficial, Salinas Grandes de Salta y Jujuy.	1.211	344.25	1.68	106.3	20.2	4.47	2.07	n.d.	n.d.	2.18	3.51	204.4
19	Salmuera superficial, Salinas Grandes de Salta y Jujuy.	1.205	327.50	0.342	118.5	5.92	1.28	2.42	n.d.	n.d.	0.634	2.79	195.7
22	Salmuera de pozo, N del salar Olaroz.	1.204	323.14	0.136	122.9	1.35	0.407	1.35	n.d.	n.d.	0.924	5.21	190.9
33	Salmuera superficial, S del salar de Cauchari	1.236	382.19	3.37	111.2	23.0	4.07	0.339	n.d.	n.d.	11.2	45.8	138.6
44	Salmuera de "pileta", salar del Rincon.	1.210	334.92	0.278	121.4	5.95	2.07	0.573	n.d.	n.d.	1.32	11.1	191.5
48	Salmuera de pozo somero E del salar del Rincon.	1.144	220.05	0.217	78.6	4.03	1.76	0.429	0.009	0.055	0.897	9.98	124.3
49	Salmuera de "pileta", salar del Rincon	1.212	339.67	0.353	122.2	6.57	2.12	0.287	n.d.	n.d.	1.82	16.0	190.5
37	Salmuera superficial, N del salar Pocitos.	1.204	329.84	0.095	123.1	3.39	1.29	0.593	n.d.	n.d.	0.810	10.1	190.6
55	Salmuera de pozo, SE del salar Pocitos.	1.047	74.14	0.014	19.9	0.395	0.249	1.19	0.001	0.029	0.130	7.45	28.4
58	Salmuera de pozo, SE del salar Pocitos.	1.138	208.78	0.074	78.3	1.53	0.174	1.42	n.d.	n.d.	0.289	5.92	121.1
61	Salmuera de pozo, E del salar de Pastos Grandes	1.207	329.77	0.317	121.0	3.55	2.12	0.796	n.d.	n.d.	1.89	7.78	192.6
66	Salmuera de "ojo de agua", N del salar de Pastos Grandes	1.214	337.86	0.431	121.6	4.53	2.91	0.741	n.d.	n.d.	2.46	9.84	195.6
67	Salmuera de "ojo de agua", NO del Salar de Pastos Grandes	1.207	334.00	0.437	118.2	4.72	2.98	0.737	n.d.	n.d.	2.48	26.1	178.7
70	Salmuera superficial, S del salar Centenario.	1.206	327.67	0.240	119.9	2.88	2.62	1.28	n.d.	n.d.	1.16	5.51	194.4
88	Salmuera de pozo, N del salar Centenario.	1.214	345.31	1.02	112.3	8.19	7.55	0.327	n.d.	n.d.	4.17	20.0	192.6
90	Salmuera de un cauce, N del salar Centenario	1.208	337.96	0.646	116.9	5.51	5.17	0.619	n.d.	n.d.	3.22	9.78	196.7
85	Salmuera de pozo somero, salar Ralones	1.162	250.96	0.426	92.6	3.73	2.60	0.792	n.d.	n.d.	1.84	10.6	148.9

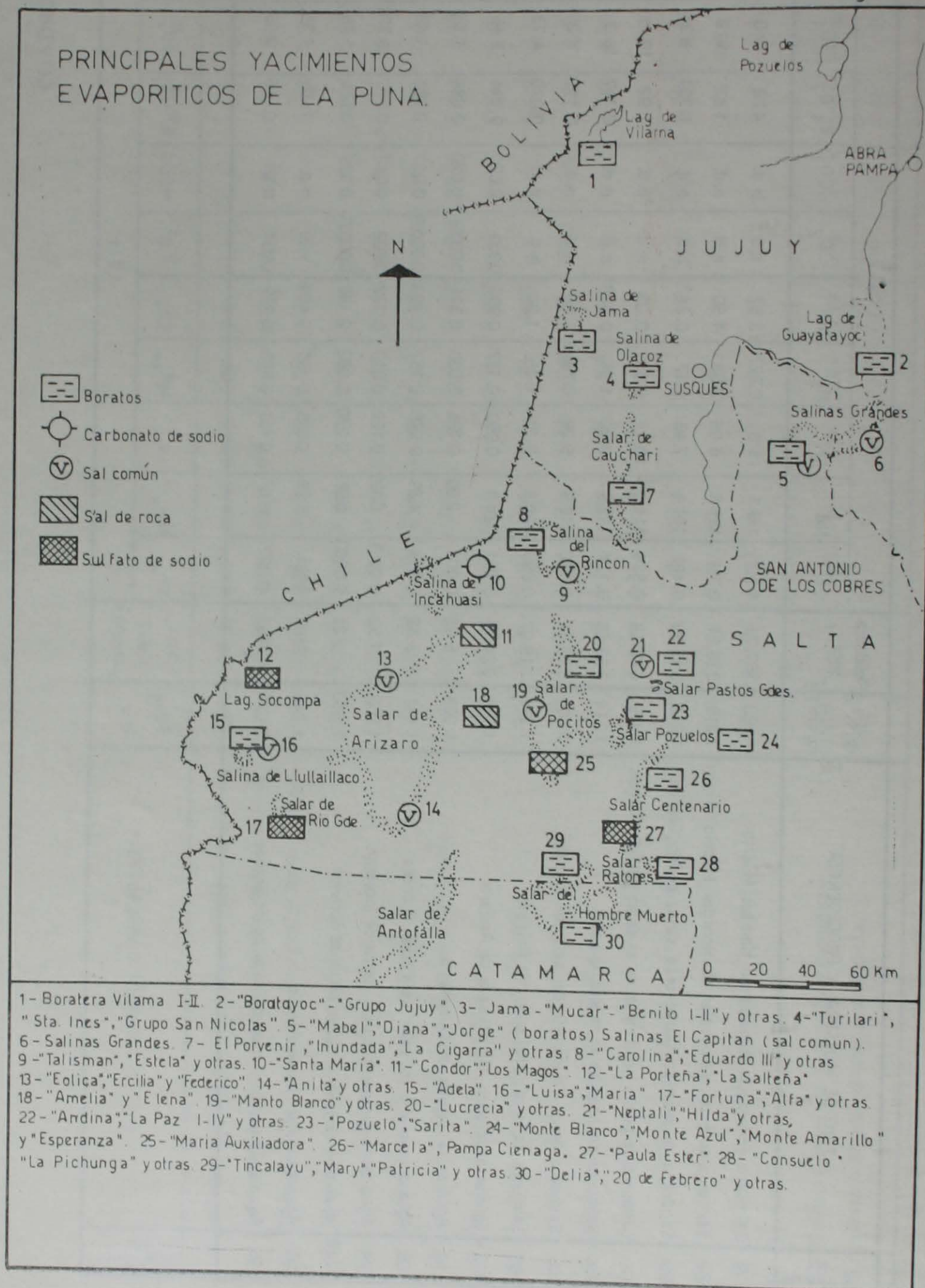


CUADRO 9

Muestra No	TIPO DE MUESTRA Y PROCEDENCIA	p.e. (g/cm <sup>3</sup> )	Residuo a 105°C (g/l)	(g/l)									
				Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>=</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>
79	Salmuera de pozo, N del salar de Hombre Muerto	1.222	357.23	1.80	116.1	15.0	0.277	3.57	n.d.	n.d.	4.22	21.0	195.7
82	Salmuera de pozo, N del salar de Hombre Muerto	1.215	336.91	0.744	121.8	6.06	0.581	1.50	n.d.	n.d.	1.83	10.8	193.8
96	Salmuera de pozo en cauce seco, salar de Rio Grande	1.218	345.29	0.414	118.4	7.43	6.17	0.347	n.d.	n.d.	0.704	8.34	204.2
100	Salmuera de "pileta", sulfatera en el salar de Rio Grande.	1.216	349.09	0.555	114.9	10.1	6.98	0.33	n.d.	n.d.	1.92	19.2	195.9
104	Salmuera de pozo, salar de Rio Grande.	1.214	333.63	0.137	123.5	2.80	1.96	0.339	n.d.	n.d.	0.147	18.3	186.7
105	Salmuera de un cauce NO del salar de Arizaro.	1.208	326.51	0.162	119.5	5.29	0.758	1.84	n.d.	n.d.	0.145	8.25	190.7
108	Salmuera de pozo, N del salar de Arizaro	1.203	319.07	0.056	120.6	2.21	1.05	1.24	n.d.	n.d.	0.070	4.73	189.6
113	Salmuera de pozo, NE del salar de Arizaro.	1.201	324.19	0.011	124.9	0.950	0.137	0.996	0.003	0.027	0.014	5.45	191.7
16	Agua de la laguna de Guayalayoc	1.008	6.88	0.003	2.00	0.158	0.030	0.371	0.0006	0.070	0.089	1.00	3.17
65	Agua del rio al E del salar de Pastos Grandes	1.011	15.42	0.014	4.89	0.205	0.157	0.493	0.00009	0.007	0.282	1.44	7.95
74	Agua de la laguna circular cerca de Tocomar.	1.002	1.52	0.0013	0.120	0.122	0.010	0.132	0.002	0.082	0.075	0.770	0.20
74B	Agua de la laguna circular cerca de Tocomar.	1.003	3.21	0.0003	0.587	0.270	0.062	0.188	0.00003	0.099	0.121	1.26	0.62
76	Agua de la fuente de Antuco.	1.016	21.07	0.151	6.28	0.616	0.135	0.409	n.d.	n.d.	1.87	1.31	10.3
95	Agua subterranea, borde del salar de rio Grande	1.019	31.90	0.027	10.0	0.450	0.573	0.739	0.001	0.121	0.055	3.50	16.4



Fig 16





La porción inferior de las depresiones o cuencas están ocupadas por salares o lagunas. Los salares, mucho más abundantes que las últimas, se deben al desecamiento de cuerpos de agua temporarios con sólidos disueltos procedentes de la actividad volcánica póstuma y de la lixiviación de las rocas circundantes (NICOLLI *et al.*, 1980). Probablemente la mayor fuente de cloruros, boratos y sulfatos provengan de las concentraciones de sal de roca, boratos y yeso presentes en los sedimentos terciarios y a la actividad volcánica. CORDINI (*op. cit.*) sugiere que los niveles freáticos más profundos tienen mayores posibilidades de proporcionar sales a las cuencas dado que interesan a los sedimentos terciarios portadores.

El proceso de formación de los salares se supone comenzó a principios del Cuaternario o en el Terciario superior bajo condiciones climáticas más húmedas que las actuales y luego con el advenimiento de un clima seco, con escaso drenaje externo y fuerte aridez, se produjo un desequilibrio hídrico que dio lugar a la formación de residuos salinos originados por evaporación total o parcial de las aguas, formando amplias playas con precipitados salinos. Las sales mezcladas con materiales de acarreo y eólico contribuyen a la formación de capas o costras salinas cuyos espesores varían desde algunos centímetros a más de 1 m, por ejemplo el salar de Pocitos, descrito por CORDINI (*op. cit.*), que alcanza 5 m en la porción central. Actualmente el proceso de evaporación se halla favorecido por el clima árido de la región, cuyas precipitaciones se producen entre los meses de octubre y marzo con un promedio inferior a los 300 mm anuales.

Los principales salares y lagunas que se localizan en la región puneña (Fig. 16) cubren en conjunto una extensa superficie del orden de los 4.000 km<sup>2</sup>, destacándose por sus tamaños la amplia fosa del salar de Arizaro, con casi 1.500 km<sup>2</sup>, el salar de Antofalla con 500 y las Salinas Grandes y Pocitos con casi 300 km<sup>2</sup> cada una.

Entre los más importantes salares o lagunas de la provincia de Jujuy, corresponde citar a la laguna de Guayatayoc, el sector oriental de las Salinas Grandes, el salar de Olaróz y el de Cauchari, todos ellos con costras salinas de 20 a más de 50 cm de espesor portadoras de cloruro de sodio, y acumulaciones de boratos en su playas arcillosas.

Salta registra diversas cuencas de interés, destacándose el sector occidental de las Salinas Grandes, explotadas por sal común, mediante cosecha; el salar del Rincón, cuya parte central está ocupada por una gruesa costra salina de hasta 1 m de espesor y que es motivo de intensa explotación de cloruro de sodio, habiéndose extraído en otras épocas importantes volúmenes de ulexita; el salar de Pocitos presenta una costra salina con cloruros y sulfatos que son explotados en los extremos del salar; hacia el oeste se halla el salar de Arizaro con una amplia costra salina del orden de 1,5 m, con predominio de cloruro de sodio. Se destaca también el salar de Pastos Grandes, de una superficie del orden de los 30 km<sup>2</sup> con cloruro de sodio en su porción norte y boratos en el SE. Al sudoeste del salar citado en último término se emplaza el salar de Pozuelos, con una superficie de 60 km<sup>2</sup> y una cubierta salina de 0,30 m de espesor. En el extremo SO del territorio provincial se localiza el salar de Río Grande, de 150 km<sup>2</sup> aproximadamente, cubier-

to con una espesa costra salina con abundante sulfato de sodio, que es motivo de aprovechamiento en varios sectores de la depresión.

Deben citarse además los salares Centenario, Ratonés y Diablillos, orientados en dirección submeridiana en la porción oriental de la Puna salteña, que registran boratos de interés, además de cloruros.

Catamarca cuenta con dos grandes cuencas: en su extremo norte, en el límite con Salta, se encuentra el salar del Hombre Muerto, en una superficie de 300 km<sup>2</sup>, con una capa salina de hasta 1 m de espesor, con predominio de cloruros en su sector central y de boratos en sus playas; y la larga fosa ocupada por el salar de Antofalla, que contiene una gran cubierta salina de 40-50 cm de espesor. Esta provincia, a pesar de contar con extensos cuerpos evaporíticos, no explota esos recursos, entre otras razones, por lo difícil del acceso.

NICOLLI *et al.* (1980), al analizar 175 muestras de salmueras y aguas de la Puna, determinó valores de hasta 3,37 g/l de litio y 23,0 de potasio (Cuadros 8 y 9). Los valores más altos corresponden al salar de Cauchari y Salinas Grandes.

Los minerales de boro que participan de nuestras borateras son ulexita  $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ; bórax o tincal  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ; kernita  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_2] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ; hidroboracita  $\text{CaMg}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ; colemanita  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; inyoita  $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ , y otros boratos raros, algunos únicos en el mundo, que se presentan en pequeñas proporciones, tales como ezcurrita, ameghinita, rivadavita, aristarainita, teruggita y otros, minerales éstos que fueron en su gran mayoría identificados y descritos en diversos trabajos por HULBURT y ARISTARAIN y ARISTARAIN y HULBURT (en ANGELELLI *et al.*, 1980).

La ulexita constituye uno de los boratos más difundidos de los salares de la Puna, reconociéndose en más de sesenta salares de muy variadas dimensiones. Hasta el año 1958, fecha en que se inicia el aprovechamiento de tincal o bórax en el yacimiento de Tincalayu (Salta), la ulexita constituía el único borato que se explotaba en el país, preferentemente en los salares de Cauchari (departamento Susques, Jujuy), en las Salinas Grandes en la boratera de "Tres Morros" (departamento Tumbaya, Jujuy) o en la de "Niño Muerto" (departamento La Poma, Salta); Salar del Rincón, Salar del Centenario y otros en el departamento Los Andes, Salta. Se presenta preferentemente en los salares mismos o en sus márgenes, ya sea en "nódulos" o "papas" de hasta 0,50 m de diámetro, mezclados con arenas y arcillas de la playa; normalmente se lo observa fibroso y de brillo sedoso, también en "planchas" o capas compactas o masivas y estratificadas; asimismo como producto de vertientes en la actividad volcánica póstuma, tal como acontece en la quebrada de Antuco (Salta) o también en masas compactas en sedimentos terciarios, como se observa en el Grupo Pastos Grandes, en la serranía de Sijes o en el área de Tincalayu.

Es dable observar en los salares, preferentemente en sus orillas y parte media, la presencia de uno, dos o más niveles de boronatocalcita, con potencias de algunos decímetros hasta más de un metro, alternando a veces con materiales arcillo-limo-arenosos, cubiertas



por costras de sal, a veces travertinos y/o material cólico.

El tincal o bórax, que hoy día constituye la principal fuente de producción, se lo conoce en grandes masas cristalinas de grano fino, a veces de aspecto sacaróide, en el importante yacimiento de Tincalayu. Asimismo se registra, en concentraciones relativamente pequeñas, con hábito cristalino de 2-3 cm y más de largo, en los salares de Cauchari, Turilari (Jujuy) y del Centenario (Salta).

Acercas del origen de los boratos se interpreta que se deben a la acción de las actividades volcánicas, tan ampliamente difundida en nuestra Puna, que dieron lugar a emanaciones y vertientes boracíferas y calcáreas en épocas terciarias y cuaternarias. Muchas de las acumulaciones así generadas se depositaron junto a otros materiales; parte de esas acumulaciones sufrieron efectos de la sedimentación y de la neotectónica posterior y parte fueron removilizadas y arrastradas por las aguas pluviales a las cuencas donde se precipitaron luego por evaporación originando diferentes compuestos de naturaleza secundaria.

En el año 1876 ya se conocía la existencia de boratos (ulexita) en el país, pero recién a fines del siglo XIX se procedió a extraerlos en cantidades comerciales mediante la instalación, en la orilla de las Salinas Grandes, distrito "Tres Morros", de una empresa belga, y posteriormente, a principios de nuestro siglo, la Compañía Internacional de Bórax se interesa por nuestro yacimientos y comienza a desarrollar la actividad minera en algunos de nuestros salares.

Actualmente, además del aprovechamiento en volúmenes modestos en salares de nuestra Puna (Salar de Cauchari, Salar del Centenario, Pastos Grandes, etc.), la actividad extractiva tiene su centro de gravedad, desde el año 1966, en el grupo minero "Tincalayu", en el salar del Hombre Muerto (límite austral de la provincia de Salta), con el aprovechamiento de grandes masas de bórax incluídos en sedimentos terciarios (F. Sijes) del grupo Pastos Grandes, ligeramente plegados o dislocados, asociados a materiales limo-arcillosos tobáceos, yeso, halita, otros boratos primarios y secundarios que se produjeron durante los diferentes procesos tectónicos, sedimentarios, así como por la leve acción metamórfica. Tincalayu constituye la acumulación boracífera conocida más importante del país y de sud América, con una producción anual del orden de las 120.000 t.

Debe señalarse, por otra parte, que Salta cuenta con otras acumulaciones importantes de boratos (hidroboracita, colemanita) en la serranía de Sijes, en cuerpos interestratificados en la formación homónima (Grupo Pastos Grandes), "Monte Amarillo", "Monte Azul", "La Esperanza", etc. Estas cuantiosas reservas aún no han sido movilizadas.

Según los Padrones de Minas Provinciales, existe un total de 454 minas solicitadas por boratos, entre concedidas, registradas, vigentes, caducas y manifestación de descubrimiento para todo el país, en ese caso para las provincias de Salta, Jujuy y Catamarca. De ellas, 33 corresponden a Catamarca (sólo 13 vigentes), 191 corresponden a Jujuy y 230 a Salta.

La producción para la región es de aproximadamente 1.200.000 t de mineral para el período 1945-1979. En esa cifra la participación de Catamarca ha sido prácticamente nula, ya que su producción sólo alcanzó a

un volumen de unas 4.000 t. En el período 1965-1979 (Fig. 17), según datos de la Estadística Minera Nacional, ha sido para Salta y Jujuy de 936.933 t, según el siguiente promedio anual por quinquenio, en toneladas:

	Salta	Jujuy
1965-69	23.132	4.761
1970-74	54.047	5.370
1975-79	93.513	4.761

La producción abastece ampliamente a nuestro mercado interno y parte se destina a la exportación, con volúmenes que normalmente en los últimos años, oscilaban entre 40-60 % del producto total; éstos, en el período 1970-1979 registran los siguientes valores, expresados en toneladas:

Año	Boratos elaborados (°)	Boratos naturales	Total
1970	11.612,8	110,0	11.722,8
1971	10.391,9	200,0	10.591,9
1972	13.224,2	85,0	13.309,2
1973	13.052,7	6.180,5	19.233,2
1974	9.723,3	9.432,0	19.155,3
1975	8.783,8	4.167,0	12.950,8
1976	13.414,0	9.447,2	22.861,2
1977	7.864,9	11.100,0	18.964,9
1978	8.712,0	14.255,0	22.967,0
1979	14.506,7	5.959,8	20.466,5

(°): Incluye ácido bórico.

Los diferentes productos que se obtienen del mineral en diversas plantas sitas en la provincia de Salta y en el Gran Buenos Aires, se destinan internamente a la industria del vidrio, cerámica, artículos de tocador, tintorería, curtiembres y preparación de derivados de boro.

En lo concerniente al carbonato de sodio debe mencionarse que su presencia ya fue señalada, para la región de la Puna, por REICHERT (1907), quien describe una capa de 0,30 m de espesor compuesta por carbonato, sulfato y cloruro de sodio y sulfatos de aluminio y magnesio; el primero de ellos en proporciones de 20 a 35 %. Esa capa, que cubre un conjunto de tobas, según el citado autor se localiza a pocos kilómetros al sur de la localidad de Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca. El mismo autor indica otras manifestaciones de soda natural, de menor importancia, en otras regiones de la provincia geológica. Posteriormente, JOHNSON (1948) y REVERBERI (1960), estudian la laguna Geschel, provincia de Salta, portadora de carbonato y sulfato de sodio. Esos trabajos que se refieren en especial a la mina "Santa María", contribuyen con datos químicos, con estimaciones de reservas y consideraciones genéticas.

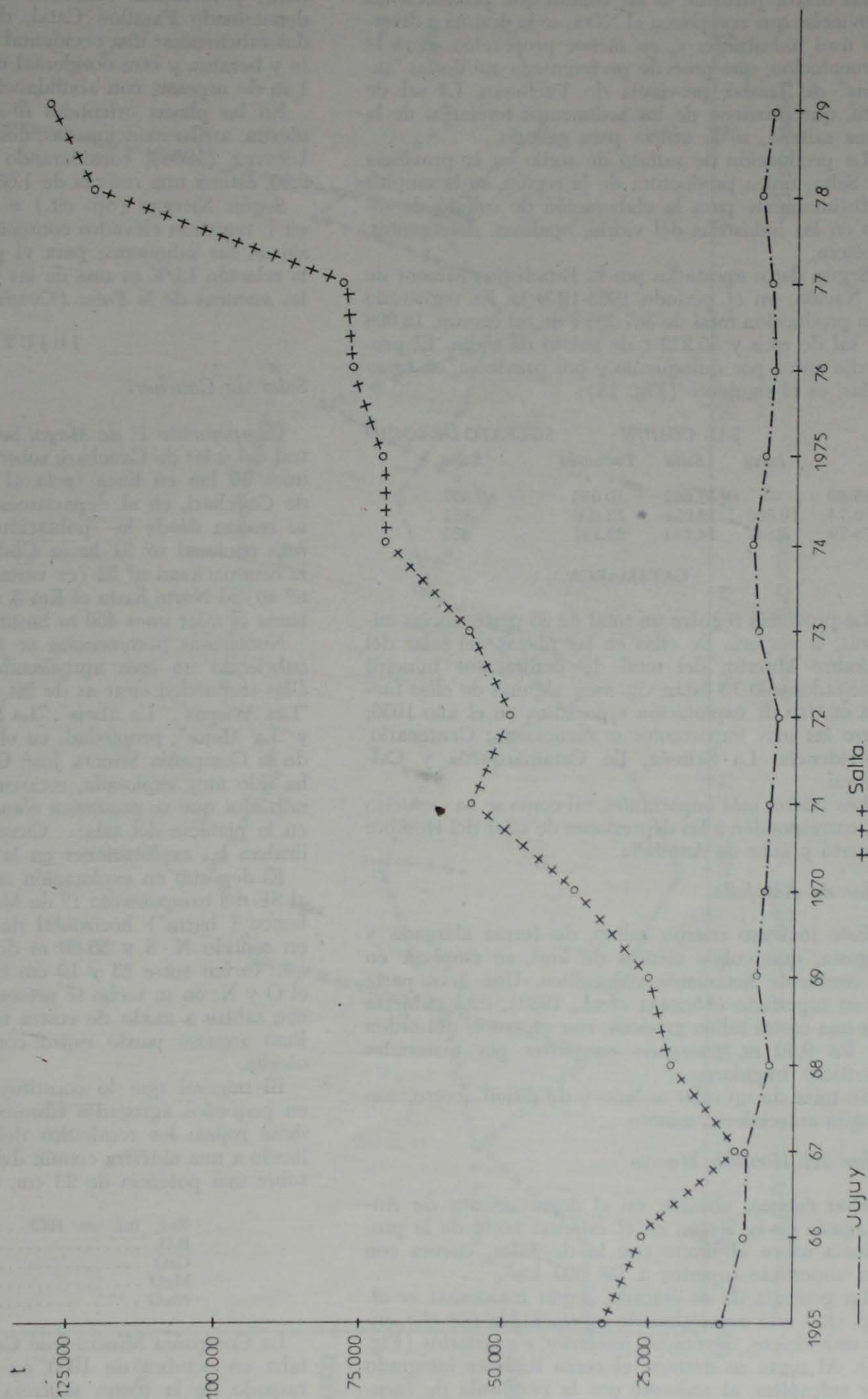
Fuera del ámbito de la la Puna, debe mencionarse la provincia de Tucumán, que viene produciendo cloruro de sodio desde el año 1944, a partir de las salmueras que proceden de las napas subterráneas de la zona de influencia de la localidad del Timbo. El aprovechamiento de esas salmueras hacen que Tucumán sea la principal provincia productora de sal común en la región que nos ocupa.

En ámbito de la Cordillera Frontal, en La Rioja deben considerarse por sus interesantes perspectivas



Fig. 17

GRAFICO DE PRODUCCION DE BORATOS  
(1965-1979)





las cuencas que incluyen la Laguna Brava y la salina "El Leoncito", portadoras de sulfato y cloruro de sodio.

La mayor parte de la sal común que producen las provincias que componen el NOA, se la destina a diversos usos industriales y, en menor proporción, para la alimentación, que procede preferentemente de las "salinas" de Timbó, provincia de Tucumán. La sal de roca, que proviene de los sedimentos terciarios de la Puna salteña, se la utiliza para ganado.

La producción de sulfato de sodio en la provincia de Salta, única productora de la región, se la emplea indistintamente para la elaboración de sulfato de sodio en las industrias del vidrio, opalinas, detergentes, etcétera.

Según datos aportados por la Estadística Minera de la Nación, en el período 1965-1979 se ha registrado una producción total de 567.265 t de sal común, 12.668 t de sal de roca y 35.272 t de sulfato de sodio. El promedio anual por quinquenio y por provincia, en toneladas, es el siguiente (Fig. 18):

	SAL COMUN			SULFATO DE SODIO
	Jujuy	Salta	Tucumán	Salta
1965-69	—	11.662	10.009	3.897
1970-74	10.806	12.031	23.000	851
1975-79	8.547	14.244	22.197	672

#### CATAMARCA

La provincia registra un total de 33 pertenencias mineras, la mayoría de ellas en las playas del salar del Hombre Muerto; del total de pedimentos mineros solicitados sólo 13 están vigentes; algunas de ellas fueron motivo de explotación esporádica en el año 1956; entre las más importantes se mencionan: Centenario, Providencia, La Salteña, La Catamarqueña y Calchaquí.

Los salares más importantes, tal como se ha expuesto ya, corresponden a las depresiones de salar del Hombre Muerto y salar de Antofalla.

#### Salar de Antofalla

Este inmenso cuerpo salino, de forma alargada y angosta, que cubre cientos de km<sup>2</sup>, se emplaza en un ambiente netamente vulcanítico. Una gran parte de su superficie (NICOLLI *et al.*, 1980), está cubierta por una costra salina grisácea, con espesores del orden de los 0,50 m, encapado en partes por materiales detríticos irregulares.

Se trata de un salar aislado y de difícil acceso, con ningún antecedente minero.

#### Salar del Hombre Muerto

Esta cuenca, ubicada en el departamento de Antofagasta de la Sierra, en el extremo norte de la provincia sobre el límite con la de Salta, cuenta con una superficie superior a los 300 km<sup>2</sup>.

La geología de su entorno, según IGARZABAL *et al.* (op. cit.) está esencialmente representada por elementos ordovícicos, devónicos, terciarios y cuaternarios (Fig. 21). Al norte se destaca el cerro Ratones integrado por vulcanitas, al sudoeste por la península de Incahuasi, integradas por leptomorfitas (Ordovícico), en su porción central por el denominado Farallón Catal,

con vulcanitas terciarias, al sur la península del Hombre Muerto, con vulcanitas y elementos del Grupo Pastos Grandes, y al este por cuerpos graníticos (F. Oire) y vulcanitas cuaternarias. El afloramiento central denominado Farallón Catal, divide a la cuenca en dos subcuencas: una occidental con predominio de yeso y boratos, y otra occidental con una costra de hasta 1 m de espesor, con abundancia de cloruros.

En las playas orientales se localizan las minas de ulexita, arriba mencionadas, desde hace años inactivas. UÑATEZ (1965), considerando un espesor medio de 0,20, estima una reserva de 1.658.000 t de ulexita.

Según NICOLLI (op. cit.) e IGARZABAL *et al.* (op. cit.), registran elevados contenidos de litio y de potasio en sus salmueras; para el primero de los autores la relación Li/K es una de las mayores registradas en las cuencas de la Puna (Cuadro 8-9).

#### JUJUY

##### Salar de Cauchari

**Campamento 1º de Mayo:** Se sitúa en el sector austral del salar de Cauchari, sobre su borde occidental, a unos 10 km en línea recta al NNO de la localidad de Cauchari, en el departamento Susques. Su acceso se realiza desde la población de Olacapato por la ruta nacional n° 51 hacia Chile, tomando luego por la ruta nacional n° 52 (ex variante de la ruta nacional n° 40) al Norte hasta el Km 5 desde donde se recorre hacia el salar unos 400 m hasta el campamento.

Numerosas pertenencias se ubican en esta región, cubriendo un área aproximada de 1.500 Ha; entre ellas se pueden citar a las minas "Rosa", "Isabel", "Las Avispas", "La Abeja", "La Hormiga", "La Cigarra" y "La Mejor", propiedad, en el momento de la visita, de la Compañía Minera José Gavenda S.R.L. El área ha sido muy explotada, escaseando los sectores mineralizados que se presentan como manchones saltuarios en la planicie del salar. Cuando se la visitó se realizaban las explotaciones en la porción SO del salar.

El depósito en explotación se halla a unos 2.500 m al SE del campamento 1º de Mayo, constituido por un banco ("barra") horizontal de unos 120 m longitud en sentido N-S y 50-60 m de ancho, con espesores que varían entre 23 y 10 cm hasta desaparecer hacia el O y N; en su techo se presenta un material arenoso con salitre a modo de costra friable y en su piso un limo arenoso pardo rojizo con algunos nódulos de ulexita.

El mineral que lo constituye es ulexita dispuesta en pequeños agregados fibrosos con escasa arcilla limosa rojiza; los resultados del análisis químico realizado a una muestra común del banco en explotación, sobre una potencia de 23 cm, son los siguientes:

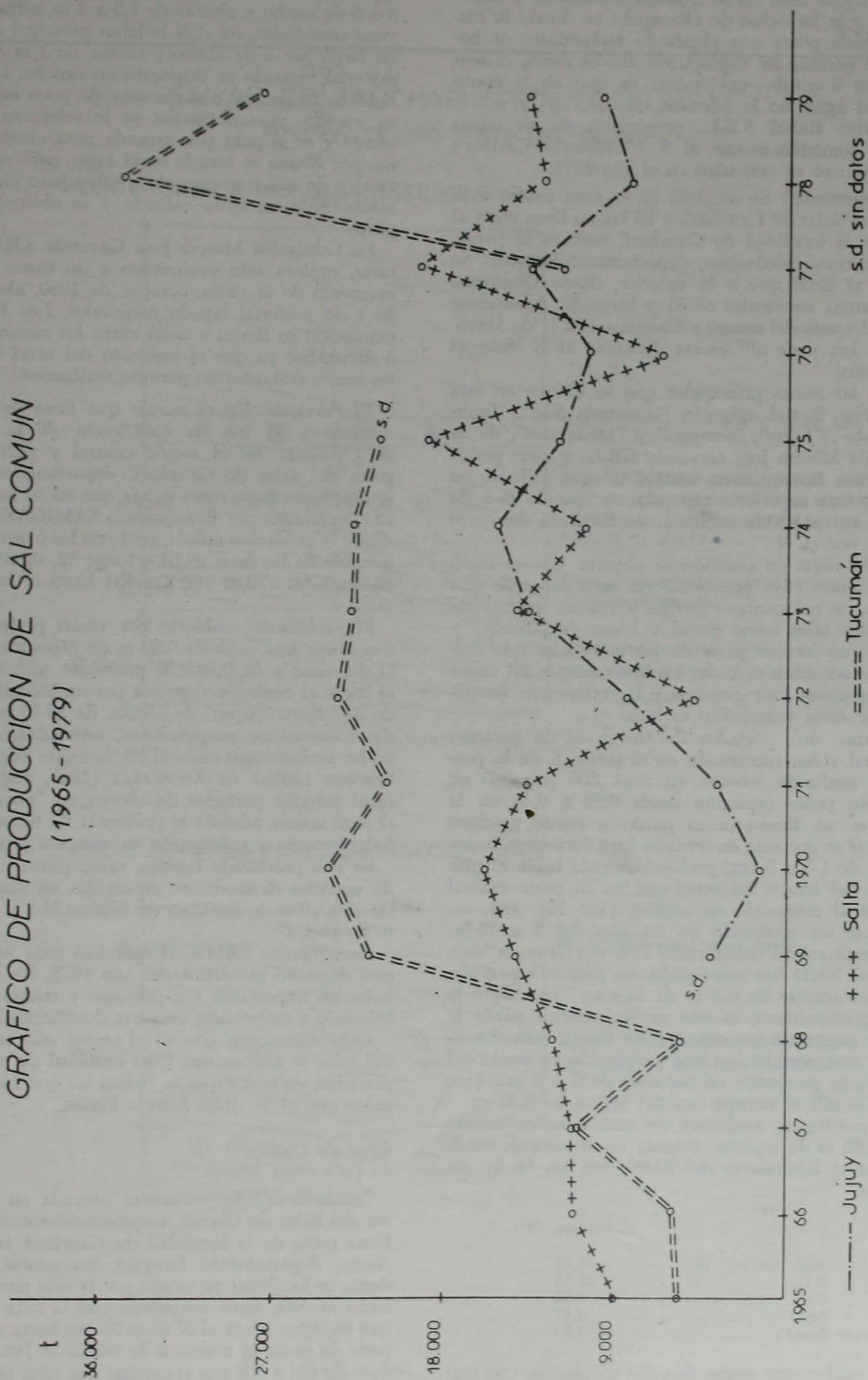
Res. ins. en HCl	6,70
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,46
CaO	13,32
MgO	1,62
Na <sub>2</sub> O	9,95

La Compañía Minera José Gavenda S.R.L. lo explotaba en octubre de 1980 en forma manual, previo raspado de la costra salitrosa, recortando el banco desde el oeste; el material así extraído era dispuesto en pequeñas parvas para su secado natural, existien-



Fig. 18

GRAFICO DE PRODUCCION DE SAL COMUN  
(1965-1979)





do en cancha unas 70-80 t, luego embolsado y transportado a la localidad de Olacapato en donde la empresa citada posee una planta de tratamiento de boratos. El período de explotación abarca desde el mes de marzo a octubre-noviembre, ya que en la época estival el agua no lo permite.

La firma Riosal S.R.L., propietaria de las minas situadas inmediatamente al S ("Clarisa", "Carlota", etc.), paralizó su actividad en el año 1978.

"La Inundada": Se emplaza en la zona centro-occidental del Salar de Cauchari, a 19 km en línea recta al NNO de la localidad de Cauchari, cercana al paraje conocido como Medanitos, departamento Susques. Se accede, al igual que a la anterior, desde Olacapato por las rutas nacionales n° 51 y luego 52 debiéndose seguir, después del acceso a Campamento 1° de Mayo, unos 10 km y de allí escasa distancia al E hasta el yacimiento.

Entre las minas principales que se ubican en esta zona están: la del epígrafe, "Inundada Sud", "Inundada Este", "Jujuy", "Susques" y "Medanitos", de la Compañía Minera José Gavenda S.R.L., y otras pertenecientes a Boroquímica SAMICAF que cubren, en el salar, una superficie alargada en sentido N-S de unos 12 km por 3 de ancho, hasta la altura del cerro Carmen por el N.

Para la mina en cuestión se observa una sucesión de sedimentos cuya granulometría varía de arena fina a arcilla de coloraciones pardas a rojizas, portadores de boratos tales como tincal o bórax (explotado) y ulexita, que forman parte de los materiales que colmatan esta cuenca cerrada; los límites entre las capas no siempre son muy precisos y la coherencia, en general, de estos sedimentos es baja.

El banco útil, portador de tincal, es de posición horizontal y fue reconocido en el sector S de la propiedad, mediante labores, en unos 300 por 300 m, en donde posee espesores desde 0,25 a 0,40 m; la ganga es un limo-arenoso pardo a pardo grisáceo y el tincal se presenta en cristales bien formados, translúcidos, de 1-3 a 5 cm, preferentemente hacia el piso y techo del banco, mientras que en su parte central aumenta el contenido en arcillas (ver Fig. 19), estimándose un contenido en cristales del 5 a 10 %; su cubierta estéril oscila entre 1,30 y 1,60 m. A unos 250 m al NNO fue reconocido, en menor superficie, un banco similar de 0,5 m de espesor en donde la ganga predominante es una arcilla plástica parda la cual, al pegarse a los cristales de tincal, dificulta su lavado; esos cristales, en una proporción estimada del 10-15 %, se presentan en tamaños de 2 a 3 cm (ver Fig. 19); allí el encape era del orden de 0,30 m.

Los resultados analíticos de una muestra común sobre 0,25 m de espesor, tomada en el sector S, analizada en el laboratorio del SMN, son en % los siguientes:

Muestra 62	
Res. ins en HCl ....	62,75
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	11,14
CaO .....	4,55
MgO .....	4,87
Na <sub>2</sub> O .....	4,83

Se lo explota por medio de palas mecánicas, con mayor énfasis en el sector S, en varias calicatas similares

a piletas, cuyas dimensiones son de 10 a 12 m de largo, 5 a 6 de ancho y alturas de 1,5 a 2 m, estando la mayoría inundadas; en el N la labor principal es de 10 m de largo por 3 de ancho y menos de 1 m de alto. El material extraído es dispuesto en cancha, luego separado hasta formar una camada de poco espesor para su secado; posteriormente se lo selecciona manualmente y se lo pasa por zaranda para eliminar la arena; por último es lavado en el lugar para su selección final y de allí transportado a Olacapato en donde es solubilizado en agua caliente y se obtiene el bórax puro.

La Compañía Minera José Gavenda S.R.L., propietaria, explota este yacimiento a un ritmo que en el momento de la visita, octubre de 1980, alcanzaba las 25 t de material lavado mensuales. Los trabajos de extracción se llevan a cabo entre los meses de marzo a diciembre ya que el aumento del nivel freático en los meses restantes no permite realizarlos.

*El Porvenir*: En el paraje que lleva este nombre, ubicado a 31 km en línea recta de la población de Cauchari, en el sector central y parte más angosta del salar de Cauchari, departamento Susques, se emplazan numerosas minas que en su mayoría fueron explotadas por Boroquímica SAMICAF. Se accede desde la población citada, como en los casos anteriores, a través de las rutas n° 51 y luego 52, siguiendo a esta última unos 27 km (ex Km 45) hasta el campamento minero.

El yacimiento, cubierto por varias pertenencias, lo constituye una capa de 0,30 m de espesor en el borde O del salar y de 0,70-0,80 promedio, alcanzando 1,20 m hacia el centro, compuesta por un limo-arenoso pardo que lleva "papas" de ulexita de 10-15 hasta 40 cm de diámetro en proporciones, estimadas, que llegan en los sectores más ricos al 70 %; existe además, según SGROSSO (1939) en ANGELELLI (1941, pág. 301), un nivel inferior portador de ulexita en "planchas" para el cual señala además la presencia de tincal, boracita, hidroboracita y colemanita en menores proporciones.

Se han practicado labores, entre pozos y trincheras, de variadas dimensiones, esparcidas en una superficie de alrededor de 2.000 m en sentido N-S y de 500-600 m de ancho.

Boroquímica SAMICAF paralizó toda actividad en este depósito alrededor del año 1975. En el lugar se halla un importante campamento y maquinarias para selección y embolsado, en parte desmanteladas.

Cabe mencionar que en el sector más septentrional del salar se ubican una gran cantidad de minas abandonadas, entre las que se hallan las que fueron explotadas por el Sr. Julio García Pintos.

#### Salar de Olaroz

"Santa Inés": Se encuentra ubicada en el extremo sur del Salar de Olaroz, a aproximadamente 55 km en línea recta de la localidad de Cauchari en dirección Norte, departamento Susques. Su acceso se realiza desde la localidad ya citada por la ruta nacional n° 51 hacia el NO, hasta empalmar con la ruta n° 52 a la que se sigue hacia el N unos 50 km hasta metros después de pasar el acceso a la salina de Jama, desviándose de allí a NE por el camino que pasa por el paraje El Codo hasta el campamento mina "María Norte" (J.

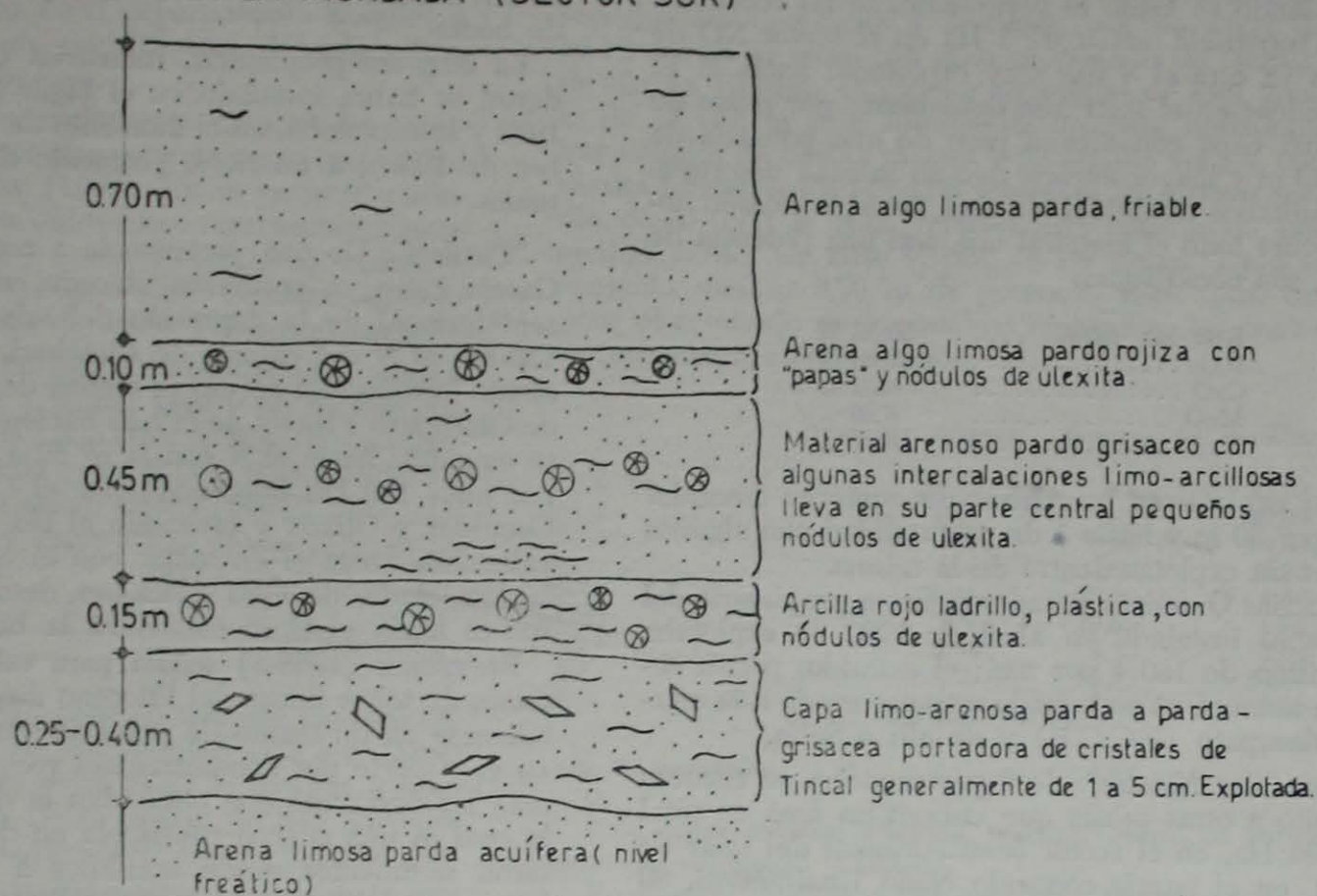


Fig. 19

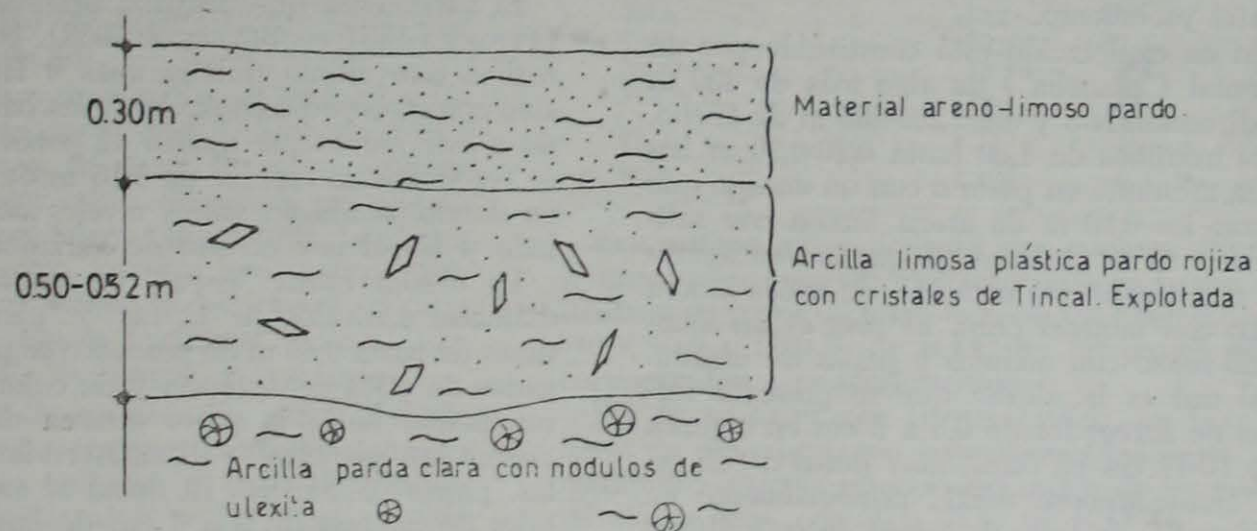
# SALAR DE CAUCHARI (PROV. DE JUJUY)

## PORCION CENTRO-OESTE DEL SALAR

### CORTE MINA "LA INUNDADA" (SECTOR SUR)



### CORTE MINA "LA INUNDADA" (SECTOR NORTE)





García Pinto) desde donde se toma una huella hacia el Norte.

El grupo de minas cubre 6 pertenencias que totalizan 600 Ha, estando su yacimiento compuesto por 2 capas no siempre diferenciables entre sí de material areno-limoso pardo oscuro portadoras de "papas" de 5 a 10 cm de ulexita, las cuales llegan a formar niveles dentro de los bancos, que totalizan 0,60-0,70 m de espesor con encape promedio de 0,30 m. En octubre de 1980, cuando se visitó el yacimiento, se las reconocía en una superficie menor de 1 Ha en el sector NO de la mina ya que el S fue muy explotada; hacia el E, internándose en el salar, fue descubierta por pozos de cateo una capa con ulexita pero de una potencia de 0,25-0,30 m y mayor encape que en la zona descripta. Los resultados analíticos de una muestra común tomada sobre todo el material útil, con una potencia de 0,65 m, son como sigue:

Res. ins. en HCl .....	50,52 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	9,04 "
CaO .....	4,22 "
MgO .....	6,26 "
Na <sub>2</sub> O .....	6,70 "

Se lo explota en una labor de contorno irregular de 80 por 80 m y hasta 1 de profundidad con algunos sectores sin explotar dentro de la misma.

Industrias Químicas Baraderos, firma propietaria del yacimiento instalada en abril de 1980, lo explotaba a un ritmo de 150 t por mes; el extraído, previa selección manual, es embolsado y transportado a la estación Olacapato (F.C.G.B.) y de allí a Salta.

Grupo "San Nicolás": de 9 pertenencias, se encuentra, junto a otras minas que cubren un área en total de 3.000 Ha, en el sector centro-oriental del salar de Olaroz, en el paraje conocido como Huairahuasi, 80 km al N de la localidad de Olacapato, desde donde se accede igual que a la mina precedentemente citada, pero desde el campamento abandonado de "María Norte" se toma el camino hacia el NE que sigue por el borde oriental del salar, debiéndose recorrer unos 15 km hasta el yacimiento.

El depósito en explotación está constituido por un manto horizontal ("plancha") de algo más de 400 m de largo en dirección N-S y unos 250-300 m de ancho, con espesores máximos de 1,30 hasta 0,20-0,30 m hacia los bordes, aflorante en parte o con un encape que puede alcanzar los 0,10 m de arena limosa con salitre; heterogéneo en su posición, ya que suelen aparecer sectores con abundante cantidad de arena-limosa parda y otros con mineral puro. El piso es un limo-arenoso pardo-rojizo con nódulos y papas de ulexita.

El mineral útil es la ulexita que se presenta formando masas de agregados de 0,5 a 2 cm en algunos lugares y de 10-12 cm en otros, muy puros o con escasa ganga arcillo-arenosa rojiza, principalmente en los sectores S y SE de la explotación; en este último se presenta de coloración blanco nieve, sin impurezas, y fibras muy finas que le otorgan un aspecto sedoso; un análisis de una muestra de este sector, sobre 0,40 m de espesor, arrojó los siguientes resultados:

Res. ins. en HCl .....	3,53 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	25,35 "
CaO .....	13,65 "
MgO .....	0,92 "
Na <sub>2</sub> O .....	10,68 "

La explotación se realiza en una superficie de 350 por 250 m y consta de innumerables calicatas de 0,5 a 1,5 m de alto con largos que van de 7 a 10 m y 4 a 5 m de ancho, y cortes de 5 a 6 m de largo, en donde la extracción se realiza en pequeños escalones que dependen del espesor del banco; el mineral extraído es dispuesto en planchadas para su secado, aproximadamente 1 mes, y luego embolsado; de esta manera es transportado a la estación Olacapato (F.C.G.B.) y de allí a Salta en donde es tratado para la fabricación de bórax.

La empresa propietaria, Industrias Químicas Baraderos, se había instalado en el lugar a principios de 1979 y lo explotaba, en el momento de la visita (octubre de 1980), a un ritmo promedio de 1.500 t mensuales.

"Turilari": De una pertenencia a nombre del Sr. J. García Pinto, se encuentra ubicada en el sector más septentrional de la depresión del salar de Olaroz, a 130 km al N del caserío de Cauchari, en el departamento Susques. Su acceso se realiza desde la localidad de Olacapato a través de la ruta nacional n° 51 y luego se empalma hacia el N con la n° 52 a la que se sigue por unos 110 km bordeando por el O los salares de Cauchari y Olaroz y cruzando el río Rosario de Cuyahuayma hasta el empalme con el camino que une las localidades de Toro y Susques, desde donde a unos 700 m hacia el O se encuentra la boratera.

REVERBERI (1968-a) señala para este sector los asomos de tobas líticas del Plioceno dispuestas horizontalmente en un manto de potencia variable, cubiertas en gran parte por acumulaciones recientes y que forman las barrancas que circundan la depresión salina, la cual es una cuenca centrípeta en donde se depositaron sedimentos desde arcillosos a arenosos, sobre los que se dispone una costra salitrosa con predominio de cloruros, de aspecto rugoso; la parte central estaba ocupada por un cuerpo de agua; el mismo autor infiere a lo largo del eje central de la cuenca un sistema de fracturas.

El yacimiento que ocupaba originariamente 50 Ha (PENDOLA, 1954 en REVERBERI, 1968), cubría cuando se realizó este último trabajo unas 9 Ha dispuestas en arco con su borde convexo hacia las barrancas; siguiendo a este autor, que realizó 42 pozos de exploración, se reconoció un espesor de 1,15 m de limos y arcillas en donde se ubican varios niveles de ulexita por un lado y tincal por el otro de variados espesores.

La ulexita forma "papas" de menos de 15 cm de diámetro o niveles de "barras" y "planchas", estas últimas de hasta 0,40 m de potencia; se presenta en agregados de poca consistencia y de color blanquecino amarillento; hacia la parte externa de la cuenca no existen las "planchas" y disminuyen las dimensiones de las "papas" y "barras". El tincal se encuentra en cristales de no más de 3 a 4 cm de largo, frágiles, con fractura concoide, brillo graso, incoloros, gris amarillentos y blancos, desapareciendo este mineral hacia la periferia del depósito. En las muestras del tincal el porcentaje de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> varía entre 26,2 y 38,1, en cambio en las de ulexita es de 19,3 a 22,6 % con mayor cantidad de insolubles.

El autor antes citado sugiere que el aporte de aguas boracíferas, quizás conectado con el sistema de fracturación central, en esta cuenca centrípeta con gran



evaporación, permitió alcanzar la concentración del cation boro que generaría los boratos presentes. Además, como parte de este trabajo, llegó a determinar 11.089 t de tincal con 29,8 % de  $B_2O_3$  entre mineral medido y probable y 4.239 t de ulexita con 20,0 %  $B_2O_3$  de las mismas categorías que el anterior.

#### Salar de Jama

Esta depresión elongada, emplazada a 94 km de la localidad de Olacapato, en el departamento Susques, a una altura de 3.700 m, registra una delgada costra superficialmente homogénea.

La cuenca de aproximadamente 25 km<sup>2</sup> de superficie está alimentada por una serie de vegas con caudal permanente, AMENGUAL (1979). En su perímetro afloran sedimentos marinos ordovícicos representados principalmente por lutitas y areniscas micáceas, sedimentos continentales del Grupo Pastos Grandes, además de materiales volcánicos del ciclo Terciario-Cuartario.

La evaporitas que cubren el área del salar corresponden esencialmente a halita, yeso y en menos proporción boratos (ulexita). UÑATEZ (1965), considerando un espesor que oscila entre 0,15 a 0,08 de ulexita, estima una reserva del orden de las 150.000 t. El salar sólo registró escasa y esporádica producción en la década del sesenta.

#### Laguna Guayatayoc

Esta laguna, probablemente en tiempos pasados conectada sin solución de continuidad con las salinas Grandes que la limitan hacia el S, se localiza a unos 100 km en línea recta de la ciudad de San Salvador de Jujuy, en los departamentos Tumbaya y Cochinoca.

Se alcanza desde la ciudad capital a través de la ruta nacional n° 9 hasta Purmamarca y de allí por la ruta provincial n° 16 hasta Tres Morros, desde donde se sigue hacia el N por la ruta nacional n° 40 (tramo antiguo) hasta el paraje Pozo Dulce, sitio donde se emplaza un campamento minero; también se puede acceder desde la localidad de Abra Pampa, de la cual dista 87 km en dirección Sur.

Los bancos boracíferos de esta laguna fueron explotados intermitentemente desde 1904 (SANDRUSS, 1978); en la actualidad, después de pasar por varias compañías los derechos mineros sobre los mismos, su propietario es la firma Minera Simón-Grandinetti Asociados S.A. Entre los pedimentos mineros que cubren este depósito pueden citarse: "Grupo Buenos Aires", "Grupo Jujuy", "Grupo Salta", "Grupo Tucumán", "Grupo Córdoba", "Grupo Rosario", "Boratayoc" y "Ludovica".

Esta depresión alargada en dirección N-S y ubicada casi en el límite entre las regiones morfoestructurales de la Puna y Cordillera Oriental, se halla flanqueada por las sierras de Aguilar al E y las Cumbres del Alfar al O; en estas elevaciones afloran pizarras, esquistos, grauvacas y cuarcitas de edad Paleozoica inferior intruidas por cuerpos graníticos del Cretácico inferior. En el relleno de esta depresión participan depósitos eólicos y de pie de monte y evaporitas asociadas a materiales arcillosos y arcillo-arenosos; dentro de estas últimas se han detectado boratos en el borde oriental y extremo austral de la playa inundable (REVERBERI, 1968-c).

El depósito, constituido por niveles lenticulares portadores de ulexita, cubre unas 1.500 Ha, presentándose el mineral a modo de "planchas" o "barras" cuyas potencias oscilan entre 2 y 23 cm y "papas" de tamaños menores a 10 cm, dispuestos entre material limoso y arcillas a profundidades variables, hasta los 1,50 m, de acuerdo a REVERBERI (op. cit.).

Según SANDRUSS (op. cit.), un perfil en los sectores mineralizados registra una delgada costra salina (halita y nodulitos de ulexita), le sigue hacia abajo la zona superior arcillo-arenosa a arcillosa, con un nivel de 10-12 cm en su base, con gran proporción de "papas" de ulexita fibrosa; el espesor promedio de esta zona es de 27 cm; la zona intermedia presenta horizontes intercalados de ulexita masiva y de arcillas verdes, con ulexita fibrosa hacia el techo y totaliza un espesor medio de 37 cm; la zona inferior está constituida por arcillas verdes sin base visible en los pozos. Todo el conjunto totaliza 0,70 m de potencia. Este autor expone el resultado de los análisis realizados, los cuales se transcriben a continuación:

	Zona: arc. arenosa	Boratos	Arcillosa
SiO <sub>2</sub> .....	28,00	n.a	30,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,94	n.a	30,54
SO <sub>4</sub> = .....	n.a	0,92	19,33
Cl <sup>-</sup> .....	n.a	4,60	4,36
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,61	23,52	1,84
CaO .....	n.a	10,52	1,78
Na <sup>+</sup> .....	3,33	6,33	2,64
K <sup>+</sup> .....	26,33	20,62	23,54
Li <sup>+</sup> .....	0,69	0,60	0,68

n.a: no analizado.

Este autor realizó, además, análisis químicos sobre material calcinado y lavado.

En base al análisis de 51 muestras, REVERBERI (op. cit.), calcula los siguientes valores porcentuales:

	Máximo	Medio	Mínimo
Insoluble .....	50,5	16,9	2,3
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	43,2	25,0	10,6
CaO .....	23,8	12,3	3,8
Na <sub>2</sub> O .....	13,2	3,8	8,5
SO <sub>4</sub> = .....	29,7	4,1	0,5
Cl <sup>-</sup> .....	10,4	3,7	0,3
MgO .....	3,7	1,1	0,2
K <sub>2</sub> O .....	0,6	0,3	vest.

Este último autor delimitó dos cuerpos principales y otros varios menores, determinando en base a un reticulado de pozos un total de 1.550.724 t con contenidos entre 16,9 y 25,0 % de  $B_2O_3$ , de las cuales 49.155 t corresponden a mineral medido.

Por su parte DE LOS HOYOS (1978), en base a los datos de Reverberi, con correcciones por extracción y manipuleo, calcula reservas del orden de las 622.000 t de ulexita seca, con 30 a 35 % de  $B_2O_3$ .

#### "Edith"

También llamada Boratera de Coyaguayma, se sitúa a unos 150 km al O de la localidad de Abra Pampa, en el distrito Coyaguayma, departamento Rinconada, desde donde se accede por el camino que conduce a mina Pirquitas, tomando luego hacia la localidad de Rosario de Coyaguayma, de la cual dista unos 25 km



hacia el N, sobre la margen derecha del arroyo Tiú Cuesta.

Según REVERBERI (1968-b), en el área afloran esquistos cuarzo-sericíticos de edad ordovícica arrumbados en dirección N-S cubiertos por un conjunto sedimentario terciario y luego por tobas dacíticas blanquecinas pliocenas. Paralelo al arroyo Tiú Cuesta se infiere un juego de fracturación posiblemente producido en el Terciario superior; alineadas en dirección NNO-SSE se advierten bocas de vertientes mal conservadas y entre éstas y el arroyo, un manto travertínico de 2 a 3 m de potencia, que inclina hacia el E.

El depósito, siguiendo al autor citado, está conformado por un cuerpo de boratos (ulexita) lentiforme, de contorno irregular, que cubre una superficie de 3.800 m<sup>2</sup>, con 1,6 m de espesor máximo; existen además dos pequeños cuerpos satélites y remanentes de otros ya explotados; sobre el borde oriental existe una capa de 0,20 m de espesor de tincal.

La ulexita, que puede presentarse dentro de los calcáreos y por arrastre fluvial hasta el pie del cerro Galán, según ANGELELLI (1941, pág. 300), es de color blanco nieve, brillo sedoso y fibrosa, aunque sucia y deleznable superficialmente. El tincal (bórax) se presenta en cristales mal desarrollados o masas vítreas poco compactas de brillo resinoso a graso, incoloro a amarillento. El análisis de un trozo de ulexita, según CATALANO (1930) arroja los siguientes resultados porcentuales:

Res. Ins. ....	0,52
Anhidrido bórico (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	42,14
Calcio (CaO) .....	12,38
Magnesio (MgO) .....	0,25
Alcalis (en Na <sub>2</sub> O) .....	11,32

Tanto los cuerpos boracíferos como los calcáreos del tipo travertínicos presentes en este depósito, para los autores citados, están vinculados genéticamente con fenómenos volcánicos póstumos, evidenciados por la surgencia activa de aguas termales.

REVERBERI (op. cit.) calcula, para el año 1963, unas 3.700 t de mineral medido, con una ley oscilante entre 30,7 y 41,3 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Salinas Grandes

El cuerpo salino ocupa el sector central de la Prepuna, en los departamentos Tumbaya, provincia de Jujuy y de La Poma, provincia de Salta, a una altura media de 3.470 m s.n.m. Se ubica a 60 km al norte de San Antonio de Los Cobres y a 95 al sur de Abra Pampa, con ambas localidades unidas a través de la ruta nacional n° 40, y a 50 km al oeste de Purmamarca con acceso por la ruta provincial n° 16.

La amplia depresión salina, cuya área ocupada por evaporitas es de 210 km<sup>2</sup>, se emplaza en un extenso graben existente entre las cordilleras orientales Alta y Chañi y las elevaciones occidentales de Cobres. La cuenca imbrífera abarca una región con predominio de formaciones metamórficas y volcánicas, preferentemente. En ámbito de la salina los afloramientos rocosos son escasos, sólo en el cerro Huancas, ubicado en el borde austral de la salina, límite interprovincial Salta-Jujuy, asoman cuarcitas asignadas al Cámbrico-Ordovícico, y terrazas pleistocénicas con prepon-

derancia de sedimentos psamíticos fuera de la línea de playa inundable.

La cuenca de las Salinas Grandes y de la Laguna de Guayatayoc, que se consideran estaban unidas durante el Pleistoceno mediante un sólo espejo de agua, colectan el drenaje de una amplia región de cerca de 17.500 km<sup>2</sup>. El clima de la zona es actualmente árido a semi-árido con precipitaciones del orden de los 300 mm anuales y con altos valores de radiación solar.

Según el estudio de REVERBERI (1968), el graben, en su parte más profunda contiene sedimentos pelíticos bien estratificados, a modo de lentes o niveles, con abundancia de arcillas, limos y arenas finas o medianas, en donde suele hallarse ulexita en "papas", horizontes calcáreos y yeso en rosetas o en cristales aislados.

Sobre el conjunto de sedimentos, preferentemente en la porción central de la cuenca, se dispone una costra salina con espesores variables que oscilan normalmente entre 5 y 20 cm de sal cristalizada, dura y compacta, que observan en su masa niveles arcillosos que la impurifican. La costra se presenta a veces con superficies rugosas y otras con grietas poligonales, esto último cuando la misma es de pocos centímetros de grosor.

Los diversos pozos exploratorios ejecutados por REVERBERI (op. cit.), realizados en sector oriental de la salina (provincia de Jujuy), revela la existencia de una capa de 10 a 20 cm de espesor, que subyace a la costra superficial, de sal dura, cavernosa y porosa con impurezas limosas y, finalmente, por debajo sal cristalizada desagregada en un material limo-arenoso que asienta sobre una base areno-limo-arcillosa de color pardo rojizo, en partes con tono verdoso, que suele contener cristales de sal y concentraciones yesíferas. En algunos sectores de la cuenca y en niveles de 10 a 20 cm, se ha comprobado ulexita en "papas" de hasta 0,4 cm de diámetro, con sus ejes mayores verticales.

Según el autor citado precedentemente, cuyo trabajo se refiere a las pertenencias y cateos que otrora pertenecían a Industrias Químicas y Mineras "El Timbó S.A.", realizando un mapeo a escala 1:25.000 y una exploración mediante 700 pozos, señala una reserva de la cobertura superficial de 9.683.205 t de sal con contenidos que oscilan entre 95,07 y 96,39 % de cloruro de sodio; 0,30 a 0,9 % de sulfato de sodio; 0,4 a 0,11 % de cloruro de magnesio; 0,16 a 0,41 de cloruro de calcio y 0,16 a 0,20 de carbonato de calcio.

**Salinas Grandes S.A.:** La depresión, en su sector jujeño se encuentra en explotación en el paraje conocido como Tres Morros, a 110 km de San Antonio de Los Cobres (provincia de Salta) y a 50 de Purmamarca (provincia de Jujuy), en el departamento Tumbaya.

El área ocupada por la empresa Salinas Grandes S.A., que cubre una vasta superficie del cuerpo salino, muestra características similares a las de la Salina El Capitán, descripta más adelante. La explotación se realiza por raspado superficial (cosecha) y por medio de piletas (excavaciones en el lecho salino). Cuando las precipitaciones son abundantes y regulares el espesor de la capa cosechable llega hasta 1 cm (se explota por medios manuales), mientras que de las piletas se extraen "panes" de sal de 5 a 10 cm de grosor.



Se registran unas 400 piletas que muestran dimensiones de 6 m de largo, 3 de ancho y profundidades de 0,70 m; las mismas se distribuyen en distintos sectores de la superficie ocupada por la empresa.

Una muestra extraída de la costra salina superficial revela los siguientes contenidos:

Ins. en H <sub>2</sub> O .....	0,95
(CO <sub>2</sub> H) - .....	0,30
Ca++ .....	0,30
Mg++ .....	0,01
SO <sub>4</sub> = .....	0,78
Cl- .....	58,34
K+ .....	0,30
Na+ .....	37,78
Pérd. a 230°C .....	1,55

*Combinaciones probables en %*

ClNa .....	95,10
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> .....	1,15
Cl <sub>2</sub> Mg .....	0,04
Cl <sub>2</sub> Ca .....	0,55
ClK .....	0,57
-(CO <sub>2</sub> H) <sub>2</sub> Ca .....	0,40

La explotación, que se realiza en forma rudimentaria, es del orden de las 900 t mensuales. La sal de cosecha y parte proveniente de las piletas se destina como sal industrial, preferentemente para abastecer al Ingenio Ledesma en la fabricación de papel. Parte de la sal de piletas se muele y luego del agregado de yodo se embolsa en la localidad de Tres Morros, destinándose para consumo humano a nivel zonal, bajo la marca "Tres Morros".

**Tres Morros:** Tal como se expone en otro apartado, a unos 70 km en línea recta al NO de la ciudad capital y a pocos kilómetros al S de la laguna Guayatayoc, se conocen algunos depósitos de boratos cuya explotación data de épocas pasadas, que corresponden a las denominadas Boratera de Tres Morros, Aguaditas y Pozo Cavado, zonas éstas que estuvieron amparadas por numerosas pertenencias, en general, según el Padrón Minero de 1979, ya abandonadas o en estado de remate.

A esta región, donde se encuentran las localidades de Tres Morros al E y El Moreno al S, se accede desde la localidad de Purmamarca por la ruta provincial n° 16 y desde San Antonio de los Cobres por la ruta nacional n° 40 hacia el N.

Estas borateras fueron citadas antes de la mitad de este siglo por REICHERT (1907) y SCROSSO (1943). En general se trata de niveles o capas portadoras de ulexita que cubren extensiones de unas 100 Ha (Tres Morros), con espesores que varían entre 0,10 y 1 m para los distintos depósitos. El mineral se presenta comunmente en "papas" de hasta 0,5 m de diámetro y ocasionalmente en "planchas" en un nivel inferior; según REICHERT (op. cit.) en Tres Morros está libre de impurezas de cloruro de sodio lo que lo hacía de buena calidad.

SCROSSO (op. cit.) menciona datos de reservas de A. W. Jenks para los depósitos Aguaditas y Pozo Cavado, asignándoles un total de 840.000 t de borato seco.

#### LA RIOJA

##### Laguna Brava

Se ubica a unos 60 km en línea recta y 150 por caminos al NO de Jagüé, a 4.100 m s.n.m., departa-

mento General Sarmiento. Se alcanza desde esa localidad por el proyectado camino a Chile, desviándose luego por una huella que pasa por la salina del Leoncito. Dista de la ciudad de La Rioja 520 km hacia el NO.

Se emplaza en el ambiente geológico de la Cordillera Frontal, ocupando una depresión originada por fallas gravitacionales, referidas a movimientos terciarios, rodeada por montañas en bloque y cuencas cerradas sobre elevadas, lo que representa una transición a la morfología puneña de la provincia geológica citada.

El conjunto salino y laguna se sitúa en una cuenca elongada en sentido NE-SO de 18 km de eje mayor y 1,5 a 3 km de ancho, cubriendo una superficie cercana a los 32 km<sup>2</sup>. La fusión de nieve o granizo, ya que prácticamente no llueve, es la que alimenta esta laguna que presenta casi permanentemente cubierto por agua su sector septentrional, con una profundidad media de 0,30 m (COMBINA y PASSARELLO, 1980).

Su mineralización se la considera originada a partir de aguas subterráneas, ricas en sulfatos y cloruros. El mineral principal del relleno superficial corresponde a sulfato de sodio, por lo que dicho depósito se denomina sulfatera.

Siguiendo a COMBINA y PASSARELLO (op. cit.) un perfil general del depósito de arriba hacia abajo muestra de 0 a 5 cm con una costra salina superficial, en la cual predomina ClNa con variable porcentaje de sulfatos; siguen de 5 a 30 cm de sulfato de sodio en proporciones que pueden alcanzar el 90 %; por debajo 30 a 70 cm de arcilla bentonítica con cristales de sulfato de sodio de 2-3 cm que sobreyace a una arcilla bentonítica ("barro madre") castaño clara.

La mineralización está compuesta por thenardita, el sulfato más abundante, mirabilita y halita, acompañados por minerales del grupo de las arcillas (illita-montmorillonita).

En el Cuadro 10 se señala algunos de los resultados analíticos obtenidos por COMBINA y PASSARELLO (op. cit.) de muestras de sedimentos obtenidos y de agua tomadas en diferentes épocas del año. La exploración determinó un promedio de 60 % SO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub> y una potencia media de 0,50 m, arribando a 9.574.000 t de reservas positivas, previo descuento de impurezas.

El depósito, cubierto por numerosas pertenencias otorgadas por salitre, ha sido explotado en escala reducida por la Compañía Industrial Progreso S.A., durante los años 1977-1978.

##### Salina El Leoncito

Se encuentra ubicada unos 55 km en línea recta y 85 km por caminos al O de la localidad de Jagüé, a aproximadamente 3.400 m s.n.m., en el distrito Cerro Leoncito, departamento General Lamadrid. Su acceso desde la localidad citada se realiza por el proyectado camino a Chile, desviándose luego por una huella que pasa por los Puestos Agua de Cándido y Agua Quemada. Dista de la capital provincial 460 km.

Se emplaza dentro del ambiente geológico de la Cordillera Frontal, con una cierta transición, en sus rasgos morfológicos, con la Puna Austral (CAMINOS, 1979, en Geología Regional Argentina); el depósito se constituye en una depresión, de fondo llano, rellena por sedimentos continentales del Terciario, que conforma una cuenca centrípeta sobre elevada.



CUADRO 10

N° Muestra sector	POZOS				COSTRAS SUPERFICIALES				AGUA			
	18 Central	26 Central	65 Central	74 Central	2 Norte	8 Norte	10 Norte	16 Sur	1 Norte	6 Norte	9 Sur	12 Central
Espesor (m)	0,58	0,55	0,52	0,44	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	—	—	—	—
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	53,61 %	10,10 %	1,40 %	1,32 %	21,20 %	41,99 %	1,99 %	38,05 %	141,900 g/l	110,510 g/l	256,710 g/l	178,880 g/l
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	5,28 "	32,41 "	52,31 "	63,64 "	0,47 "	12,40 "	61,44 "	20,48 "	2,792 "	2,497 "	4,729 "	12,288 "
Carbonato (CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> )	—	—	1,26 "	1,20 "	—	—	—	—	1,180 "	0,932 "	3,293 "	—
Bicarbonato (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	2,44 "	6,10 "	1,92 "	1,19 "	7,62 "	8,90 "	4,19 "	4,58 "	0,820 "	0,567 "	1,514 "	2,271 "
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	0,16 "	0,64 "	0,21 "	0,16 "	0,20 "	0,52 "	0,22 "	0,37 "	1,147 "	0,040 "	0,202 "	0,092 "
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	0,19 "	0,04 "	0,31 "	0,32 "	0,07 "	0,22 "	0,05 "	0,52 "	90,790 "	1,215 "	4,319 "	3,011 "
Sodio (Na <sup>+</sup> )	37,66 "	23,54 "	26,87 "	31,82 "	16,45 "	35,48 "	32,07 "	34,78 "	237,419 "	70,661 "	160,911 "	116,943 "
Insoluble ( )	1,50 "	26,84 "	15,69 "	1,25 "	53,96 "	0,44 "	0,02 "	1,20 "	0,983 "	185,243 "	427,628 "	312,350 "

## COMBINACIONES PROBABLES

Cloruro de sodio	88,37 %	16,64 %	2,31 %	1,28 %	34,98 %	69,29 %	3,28 %	62,79 %	227,395 g/l	176,585 g/l	403,285 g/l	282,317 g/l
Sulfato de sodio	7,80 "	47,92 "	77,38 "	94,05 "	0,69 "	18,34 "	90,88 "	30,29 "	4,128 "	3,692 "	6,993 "	18,171 "
Cloruro de magnesio	—	—	—	—	—	—	—	—	5,223 "	4,460 "	15,733 "	10,020 "
Cloruro de calcio	—	—	—	—	—	—	—	—	0,110 "	0,110 "	0,559 "	0,254 "
Bicarbonato de magnesio	—	—	—	—	—	—	—	—	5,523 "	0,679 "	1,815 "	2,723 "



Según PASSARELLO (1977), que ha estudiado este yacimiento, se trata de una evaporita que responde a la composición química de  $\text{ClNa}$ , de origen continental cristalizada a partir de aguas subterráneas y de acuerdo a su modo de explotación como una salina de cosecha. El mismo autor describe a este depósito como compuesto por sedimentos pelíticos que pasan hacia adentro a salitres no continuos con  $\text{SO}_4\text{Na}_2$ ; en su sector interno se presenta el yacimiento propiamente dicho, cubriendo una superficie de unas 280 Ha, con una zona marginal blanca, de 0,20 m de potencia media constituida por una capa de sal y por debajo un barro salino, con porcentajes de 6 a 23 de sales, y la zona central de sal terrosa (mezcla de arcilla y sal) llamada "sal color chocolate", que muestra el siguiente perfil de abajo a arriba:

- 1) Barro salino ("barro madre") con 7 a 23 % de sales, en las cuales predominan  $\text{ClNa}$  y  $\text{SO}_4\text{Na}_2$ .
- 2) Arcillas con cristales de sal (en el centro de la cuenca).
- 3) Sal color blanco, con espesores de 0,15 m y hasta 1,40 en el centro de la cuenca.
- 4) Sal color chocolate, que se presenta como una capa irregular en forma de costras florecidas de dureza media a elevada, alcanzando espesores máximos de 0,60 metros.

En el Cuadro 11 se exponen algunos de los análisis químicos realizados por PASSARELLO (1977) de muestras de pozos y sales superficiales; para el Pozo 5 se tiene el siguiente perfil de arriba hacia abajo: sal color chocolate (M.1), sal color blanco (M.2) y "barro madre" (M.3); para el Pozo 12 los dos primeros horizontes son equivalentes, siguiéndole por debajo una arcilla con cristales de sal (M.3) y el "barro madre" (M.4).

Los minerales presentes en este depósito, según AMETRANO *et al.* (1977) son: halita, yeso, mirabilita, thenardita, silvita, argilominerales, en parte ferruginosos, cuarzo y calcita, principalmente.

El autor citado realizó el cálculo de reservas considerando la sal de color blanco y la de color chocolate, arribando a los siguientes resultados:

Sal color blanco: 1.980.946 t con 1.889.148 t de  $\text{ClNa}$ ;

Sal color chocolate: 923.138 t con 869.227 t de  $\text{ClNa}$ , lo que hace un total de 2.758.375 t de  $\text{ClNa}$ ; además estima una extracción por cosecha de 211.900 t anuales.

Esta salina, según datos del Padrón Minero del primer semestre de 1978, registraba 9 minas declaradas por  $\text{ClNa}$ , de 5 pertenencias cada una, lo que hacen un total de 900 Ha de pedimentos.

## SALTA

### Salar Diablillos

La depresión, emplazada en el límite interprovincial de Salta y Catamarca, dista 120 km en línea recta de la ciudad de San Antonio de Los Cobres y unos 40 del yacimiento de bórax de Tincalayu; cubre una superficie de aproximadamente 25 km<sup>2</sup> y se halla a una altura de 4.000 m s.n.m. El curso de agua más importante es el río Diablillos, que desagua en el sector central del salar.

La cuenca está rodeada por un basamento constituido por un complejo migmatítico, esquistos, granitos y filones pegmatíticos de la F. Oire (Devónico); en su extremo SO se destaca un cuerpo intrusivo portador de

cobre diseminado, conocido como "pórfido de cobre Diablillos". El lecho del salar, en su porción septentrional, está integrado por detritos procedentes de las sierras circundantes, por cenizas volcánicas y diversos materiales eólicos. La mayor parte del sector central y sur de su superficie registra una delgada capa de arcillas, arenas, yeso y sal común, que cubren a las concentraciones de ulexita dispuestas en masas o "planchas" interestratificadas y en "nódulos" o "papas".

Según CATALANO (1930), sobre un piso de arcilla gris verdosa, asientan concentraciones de boronatrocalcita en "nódulos" de 2 a 40 cm de diámetro, de alta pureza o con intercalaciones delgadas de material arcilloso; también en capas masivas de algunos centímetros hasta 1 m de espesor. Según el autor citado, la capa de boratos disminuye hacia la orilla sur del salar, observándose un incremento de arcillas y yeso, estimando una capa útil de unos 0,15 m de espesor promedio sobre una superficie de 15 km<sup>2</sup> con una ley de 35 %  $\text{B}_2\text{O}_3$ .

Se ha observado en la playa del sector SE del salar, en pertenencias de la firma FACYP, una capa de 0,40 m de ulexita masiva de alta pureza, dispuesta sobre un horizonte travertínico de 0,10 m, de color amarillo verdoso, que a su vez asienta sobre un piso de material limo-arcilloso-micáceo gris verdoso.

El salar no registra actividad productiva desde hace unos 5 años; en épocas anteriores sólo mantuvo una producción esporádica y muy modesta, no obstante la aparente buena calidad de la ulexita y de sus reservas significativas. Gran parte de su superficie se halla amparada por diversos pedimentos mineros; en su porción central y norte a nombre de Boroquímica SAMICAF, en su sector sur occidental por la firma Río Sal y en el extremo sudeste por FACYP.

### Salar Centenario

Está ubicado al SE del salar de Pozuelos, distante 80 km al SE de la estación Salar de Pocitos y cubre un área de aproximadamente 60 km<sup>2</sup>; la cuenca está delimitada por el cordón del cerro Oire Grande al naciente, integrado por rocas migmatíticas de la F. Oire; al poniente por el cerro Copalayo con ectinitas de la F. homónima, y sedimentos terciarios del Grupo Pastos Grandes por el norte. Entre sus afluentes, el más importante es el río Tolar con cabeceras en los Nevados de Palermo.

La parte central y norte del salar se encuentra cubierta por una costra salina de algunos centímetros a pocos decímetros de espesor, el resto de la depresión por una playa limo-arcillosa. El nivel freático se dispone a pocos centímetros de profundidad. Las mayores concentraciones de cloruro de sodio se alojan en la porción central y en su borde oriental, el que contiene asimismo llamativas concentraciones de sulfato de sodio (mirabilita).

Ensayos realizados por la UNSa (1980) indican que sus salmueras contienen proporciones relativamente elevadas, de hasta, principalmente de Li (500 ppm), de K (4000 ppm) y de Mg (2000 ppm).

Las acumulaciones mayores de ulexita, que vienen siendo motivo de explotación desde varias décadas, se localizan en una amplia extensión en el sector sur oriental del salar. Dicho borato de sodio y calcio aparece a modo de "nódulos" o "papas" mezclado con arcillas



CUADRO 11

Porcentaje de	POZOS										COSTRA SUPERFICIAL				
	POZO 5			POZO 12			M4	4'	7'	9'	6'	14'	14'	14'	14'
	M1	M2	M3	M1	M2	M3		Sal blanca	Sal blanca	Sal blanca	Sal chocolate	Sal chocolate	Sal chocolate	Sal chocolate	Sal chocolate
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	56.56 %	58.12 %	10.63 %	57.64 %	57.52 %	56.12 %	3.83 %	51.12 %	52.65 %	49.52 %	52.10 %	9.82 %	9.82 %	6.88 %	6.88 %
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	1.15 "	1.23 "	vest.	1.06 "	1.48 "	2.63 "	0.57 "	3.28 "	1.97 "	2.38 "	1.64 "	11.59 "	11.59 "	12.16 "	12.16 "
Bicarbonato (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	2.16 "	1.08 "	1.62 "	2.16 "	1.08 "	2.16 "	1.08 "	6.41 "	6.41 "	6.41 "	6.41 "	9.82 "	9.82 "	9.62 "	9.62 "
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	0.24 "	0.61 "	0.81 "	1.02 "	4.08 "	4.08 "	3.67 "	3.67 "
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	0.49 "	0.37 "	0.37 "	0.37 "	0.37 "	0.37 "	0.37 "	0.37 "
Sodio (Na <sup>+</sup> )	38.03 "	38.67 "	7.50 "	38.68 "	38.40 "	38.45 "	3.15 "	35.81 "	36.16 "	34.03 "	35.11 "	10.15 "	10.15 "	8.33 "	8.33 "
Potasio (K <sup>+</sup> )	0.58 "	0.80 "	1.01 "	0.76 "	0.64 "	0.32 "	0.07 "	1.78 "	0.94 "	0.73 "	0.94 "	vest.	vest.	0.17 "	0.17 "
Residuo a 180°C	98.50 "	99.89 "	20.78 "	99.96 "	99.12 "	99.69 "	8.79 "	99.10 "	99.54 "	93.91 "	96.20 "	45.38 "	45.38 "	41.11 "	41.11 "
Insoluble en H <sub>2</sub> O	0.12 "	vest.	78.94 "	0.02 "	0.77 "	0.12 "	91.21 "	0.90 "	0.46 "	6.08 "	2.80 "	54.61 "	54.61 "	58.89 "	58.89 "
Humedad	15.10 "	13.34 "	25.41 "	6.37 "	1.94 "	8.03 "	35.64 "	—	—	—	—	—	—	—	—

COMBINACIONES PROBABLES															
Cloruro de sodio	93.25 "	95.81 "	17.52 "	95.01 "	94.82 "	92.51 "	6.31 "	84.27 "	86.79 "	81.63 "	85.88 "	11.73 "	11.73 "	804 "	804 "
Sulfato de sodio	1.70 "	1.81 "	vest.	1.56 "	2.28 "	3.88 "	0.84 "	4.85 "	2.91 "	3.51 "	2.42 "	17.13 "	17.13 "	17.98 "	17.98 "
Bicarbonato de sodio	2.97 "	1.48 "	3.23 "	2.97 "	1.48 "	2.97 "	1.48 "	4.11 "	3.73 "	2.89 "	2.01 "	—	—	—	—
Bicarbonato de calcio	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	0.97 "	2.46 "	3.27 "	4.12 "	10.33 "	10.33 "	10.32 "	10.32 "
Bicarbonato de magnesio	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	2.94 "	2.22 "	2.22 "	2.22 "	2.22 "	2.22 "	2.22 "	2.22 "
Cloruro de calcio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.23 "	4.23 "	3.10 "	3.10 "



rojas y, en menor proporción, como planchas delgadas, masivas y de gran pureza.

Un corte realizado en la zona norte revela el siguiente perfil, de arriba hacia abajo: 0,10 m de costra (eflorescencia) salina; 0,15 m de una capa arcillosa rojiza, a la que sigue 15 cm de arena fina y material limo-arcilloso de color verde-rojizo, portador de cristales diseminados de tincal de buen desarrollo; finalmente, hasta la napa freática, 0,80 m de arcilla roja, plástica, con papas de ulexita blanca y fibrosa (Fig. 20).

El análisis de una muestra común extraída por los autores de este trabajo de la capa inferior de 0,80 m de espesor, registra los siguientes contenidos, en porcentajes:

Insol. en HCl .....	47,85
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	13,08
CaO .....	6,82
MgO .....	1,85
Na <sub>2</sub> O .....	5,50

Un segundo perfil practicado en el extremo oriental del salar, denota de arriba hacia abajo: 0,10 m de eflorescencia salina; 0,35 m de arena fina, roja, con "nódulos" de ulexita de 10-20 cm de diámetro; 0,30 m de sulfato de sodio cristalizado (mirabilita); y 0,45 m, hasta llegar al nivel freático, de arcilla roja mezclada con distintas proporciones de sulfato de sodio (Fig. 20).

El salar está cubierto por diversas pertenencias mineras, en especial en el borde oriental del mismo, en una amplia superficie en la que se destacan, entre otras, las minas "Pampa Ciénaga", "Purmamarca" y "Maggie", la mayoría de ellas a nombre de la firma Espinoza Hnos. GARRIGOU (1974) considerando la zona en cuestión y atribuyendo un espesor medio de 0,30 m para la capa mineralizada en ulexita, estima una reserva de 324.000 t. Algo más al norte de los pedimentos mineros citados, se registran otras a nombre de Boroquímica SAMICAF; las mismas nunca fueron objeto de explotación.

La firma Espinoza-Hnos. viene aprovechando el borato, en forma manual, desde hace algunos años, abasteciendo tradicionalmente a la industria del vidrio y a Química Baraderos, esta última elaboradora de distintos derivados de boro. Dada las dificultades propias del mercado, en diciembre de 1980 la producción se hallaba semiparalizada o lo hacía a un ritmo muy modesto.

#### Salar Ratones

Este salar, ubicado a 3.900 m s.n.m., se halla situado a unos 8 km en dirección NO del de Diablillos y es la continuación austral de la cuenca que contiene al salar Centenario. Presenta forma alargada en sentido norte-sur, ensanchada en su porción austral, terminando en punta en el norte, con una superficie del orden de los 20 km<sup>2</sup>.

El entorno geológico de la cuenca está representado en su borde oriental y SE (serranías de Inca Viejo), por esquistos y migmatitas ordovícicas y cuerpos intrusivos dacíticos portadores de mineral de cobre diseminado; el flanco occidental muestra la denominada serranía de Ratones, conformada esencialmente por pizarras (F. Colapayo); a los elementos citados debe agregarse en su extremo sur el evento volcánico que dio lugar al cerro Ratones de 4.550 m s.n.m., compuesto por coladas dacíticas-andesíticas.

El área del salar registra una costra salina de poco espesor, compuesta principalmente por cloruros y en sus playas, de limos y arcillas, ulexita; este mineral en concentraciones dispuestas mayormente en la zona centro-oriental del salar, en las inmediaciones de un afloramiento rocoso en el interior del mismo (Monte Isla).

El borato consiste en ulexita fibrosa en capas alternantes de 3-5 y más centímetros de espesor, con otras de material limo-arcilloso de tono gris verdoso de 2-3 cm de grosor. Este conjunto de hasta 0,50 m de potencia, observa una cierta disposición ondulada. También es dable observar "papas" de 5 a 15 cm de diámetro incluido en sedimentos pelíticos rojizos con espesores de 15-20 cm; cubren a estas capas mineralizadas sedimentos pelíticos generalmente pardo rojizos y costras cloruradas. En general, la boronatrocalcita constituye agregados fibrosos, de brillo sedoso cuando se presenta en "papas" y más bien fibrosa pero compacta y de mayor pureza en las estratificadas.

Una muestra común extraída sobre un espesor de 0,50 m en el área citada, y analizada por el laboratorio del Servicio Minero Nacional, registra los siguientes contenidos, en porcentaje:

Res. Ins. en HCl .....	4,85
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	24,22
CaO .....	13,97
MgO .....	0,69
Na <sub>2</sub> O .....	11,50

Es de señalar que los ensayos realizados por personal de la UNSa (1977), indican para las salmueras valores interesantes, especialmente en Li (700 ppm), K (5.000 ppm) y Mg (3.000 ppm).

Diversos son los pedimentos mineros de diferentes propietarios que cubren 1.300 Ha del salar; entre las minas más importantes deben citarse "María Luisa", "Julia II", "Jacinta", "Ratones" y "Ratoncitos". UÑATEZ (en Grandi, 1974), para la superficie antes mencionada, estima una reserva de mineral de 806.500 t; de ella 22.000 t corresponden a la categoría de positivas.

La firma Río Sal era la única que explotaba el salar en diciembre de 1980 (en pertenencias propiedad de E. García Pintos). Se trata de una explotación rudimentaria, a pala y pico, con extracción de mineral hasta cerca de 0,50 m, profundidad donde comunmente aparece el nivel acuífero. La producción oscilaba entre 5 y 10 t/día, observándose una acumulación en cancha mina del orden de las 600 t.

La empresa explotadora, previo secado, tamizado y embolsado en mina, remite el mineral a la ciudad de San Antonio de Los Cobres, distante unos 150 km, para su procesamiento en una planta emplazada en la población citada, elaboradora de bórax y de ácido bórico; la producción de este ácido, especialmente por problemas de mercado, no se registraba desde enero de 1980, manteniéndose en cambio una planta de bórax con una producción de 6-7 t/día. El rendimiento de la ulexita, que ingresa con una ley de 28-30 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, es en términos generales el equivalente a 2 t de mineral por 1 t de producto final.

#### Salar de Pozuelos

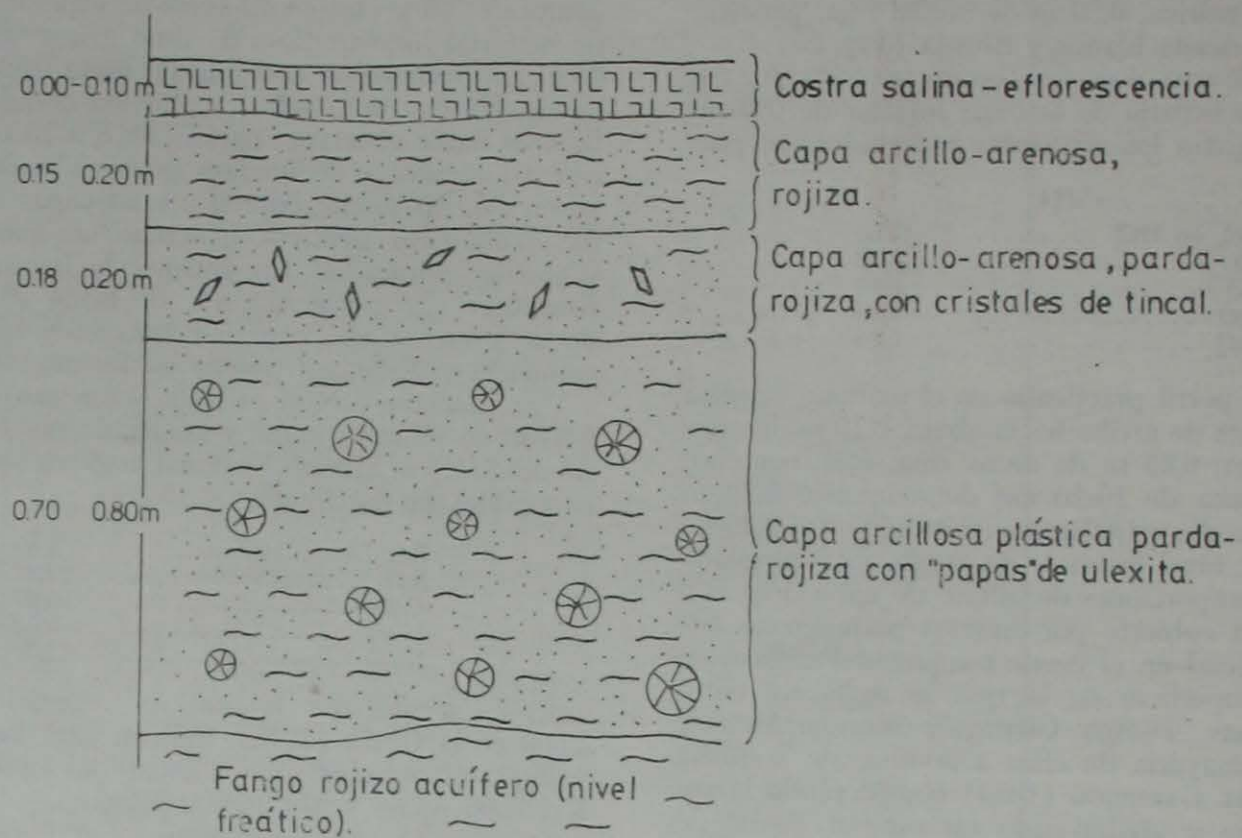
Se trata de una cuenca ubicada unos 45 km al sudeste de la estación Salar de Pocitos, de 40-50 km<sup>2</sup> de superficie, emplazada al SO de los salares de Pastos



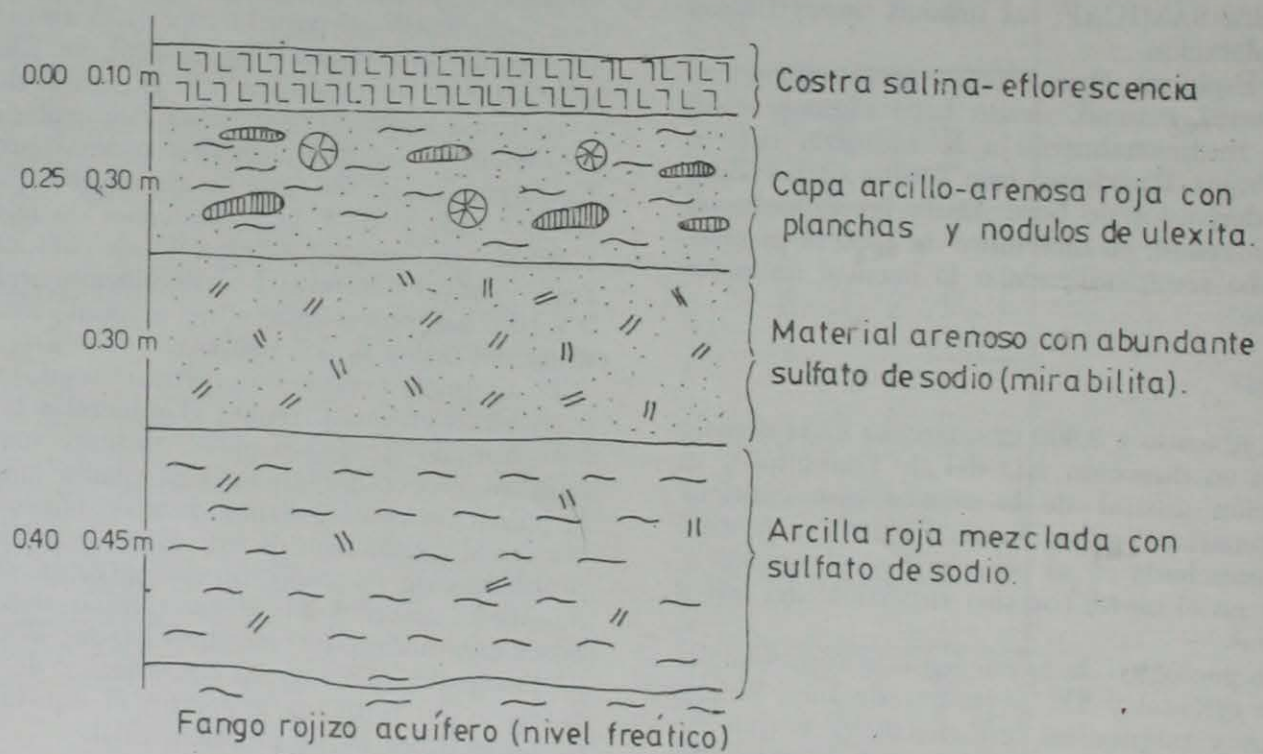
Fig. 20

## SALAR CENTENARIO - PROV. DE SALTA.

## CORTE PORCION NORTE DEL SALAR



## CORTE BORDE ORIENTAL DEL SALAR





Grandes y Pocitos y separados de este último por el cordón de Pozuelos constituido esencialmente por ectinitas (Ordovícico) y delimitando al sur por el cerro Colorado Grande y perimetralmente flanqueado por complejos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentos terciarios y cuaternarios.

Su superficie está cubierta por una costra salina, en parte rugosa y mezclada con limos y arenas, de 10-20 y más de 30 cm de espesor en algunos lugares. Entre sus afluentes, la mayoría de escasa importancia, se destaca la quebrada del Callejón.

En la margen noroeste se localizan concentraciones de ulexita que son objeto de aprovechamiento muy esporádico por la firma Espinoza Hnos. En el sector central de la depresión contiene amplios y potentes acumulaciones de cloruro de sodio que hasta la fecha no fueron objeto de explotación. NICOLLI *et al.* (1980) señala buenos contenidos de litio y de potasio de las salmueras de la cuenca.

Un corte realizado en el área en que trabaja esporádicamente la firma Espinoza Hnos., permite observar el siguiente perfil: 0,10 m de costra (eflorescencia) salina; 0,60 m de una arenisca rojiza muy friable; 0,20 m de ulexita en "planchas" o "barras" de alta pureza, densidad elevada, compacta, de fibras cortas y blancas, en parte teñido de rojo; 0,50 m de arcillas plásticas verdosas y hasta alcanzar el nivel freático, 30 cm de arcilla gris verdosa con abundante materia orgánica mezclada con pequeños nódulos de ulexita.

Un segundo perfil ejecutado a unos 300 m más al oeste del anterior, indica desde la superficie las siguientes capas: 0,10 m de costra salina; 20 cm de ulexita en "papas" de 10-15 cm de diámetro, mezclada con material arcilloso pardo rojizo; 0,30 m de una sucesión de capitas de 4-5 cm de espesor integrado por pequeños nódulos fibrosos o masas planas, compactas de ulexita, alternantes con otras de similar espesor compuestas por arena y limo rojizo; por último 0,20 m de arena de granometría mediana de color negro, con abundante materia orgánica hasta llegar a un fango acuífero rojo.

### Curva del Zorro

Al SE del salar de Pastos Grandes, unos 92 km del yacimiento de bórax de Tincalayu y unos 45 de la estación Salar de Pocitos, existe un cuerpo mineralizado conocido con el nombre del epígrafe. Se trata de una pequeña lomada que de acuerdo a las evidencias geológicas, corresponde a un piso de un antiguo salar.

Un corte realizado en el extremo austral de esa acumulación, que cubre un área de unas 4 Ha, permite distinguir los siguientes materiales: en su porción superior 15 cm de arena yesosa, costras salinas de algunos centímetros y eventualmente pequeñas costras de yeso diseminadas; le siguen 0,35 m de ulexita, blanca, fibrosa, dispuesta en "planchas", con intercalaciones de arcillas rojas y niveles yesíferos; para concluir, 0,30 m de boronatrocalcita masiva, compacta, densa y de buena pureza, fracción que asienta sobre otra de arcillas rojas de alta plasticidad. Los bancos mineralizados y el conjunto de sedimentos participantes muestran ciertas ondulaciones que revelan estar afectados por un neotectonismo.

El análisis de una muestra común extraída sobre un espesor de 0,65 m y analizada por el Laboratorio

del Servicio Minero Nacional, señala los siguientes guarismos, en porciento:

Insol. en HCl .....	3,02
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	32,62
CaO .....	13,65
Na <sub>2</sub> O .....	9,66
MgO .....	0,70

La firma Tres Caciques viene realizando una explotación con aprovechamiento de los materiales alumbrados; en diciembre de 1980 la pequeña producción que registraba se remitía a las plantas de Química Baradero y Río Tercero, para la elaboración de diversos productos químicos a base de boro.

### Tincalayu

Se trata del yacimiento de borato más importante evidenciado hasta el presente en el país; amparado por diversas minas: "Mabel", "Mary", "Leonor", "Emma", "Berta", entre otras, se encuentra ubicado en la península del mismo nombre, salar del Hombre Muerto, en el extremo sudeste de la puna salteña departamento Los Andes. Dista 430 km al SO de la ciudad de Salta y 120 hacia el SSE de la estación Salar de Pocitos del F.C.B.

El acceso al depósito, ubicado a 4.100 m s.n.m., se realiza desde la estación Salar de Pocitos, por la ruta nacional n° 53, que conduce a Antofagasta de la Sierra; al llegar al Km 92 se desvía hacia el oeste por un camino secundario hasta alcanzar el yacimiento en un recorrido de 23 km.

La geología del área está representada por rocas paleozoicas compuestas por arcosas, lutitas y pizarras ordovícicas de la F. Ciénaga y granitos devónicos (ICARZÁBAL *et al.*, op. cit.). Sobre este basamento se disponen potentes terrenos terciarios que pertenecen al Grupo Pastos Grandes, con la participación en la zona de las Formaciones Pozuelos y Sijes, la primera integrada por areniscas, limolitas, arcillitas y yeso, y la segunda de similar composición que la anterior y la participación, además, de tobas, carbonatos, boratos y sal de roca; cubriendo a estos materiales se destacan vulcanitas y tobas dacíticas-andesíticas de la F. Catal. El Cuaternario se caracteriza por la presencia de andesitas (F. Beltrán), basaltos (F. Incahuasi), materiales sublacustres con calizas hidatógenas, evaporitas y sedimentos de acarreo (Fig. 21).

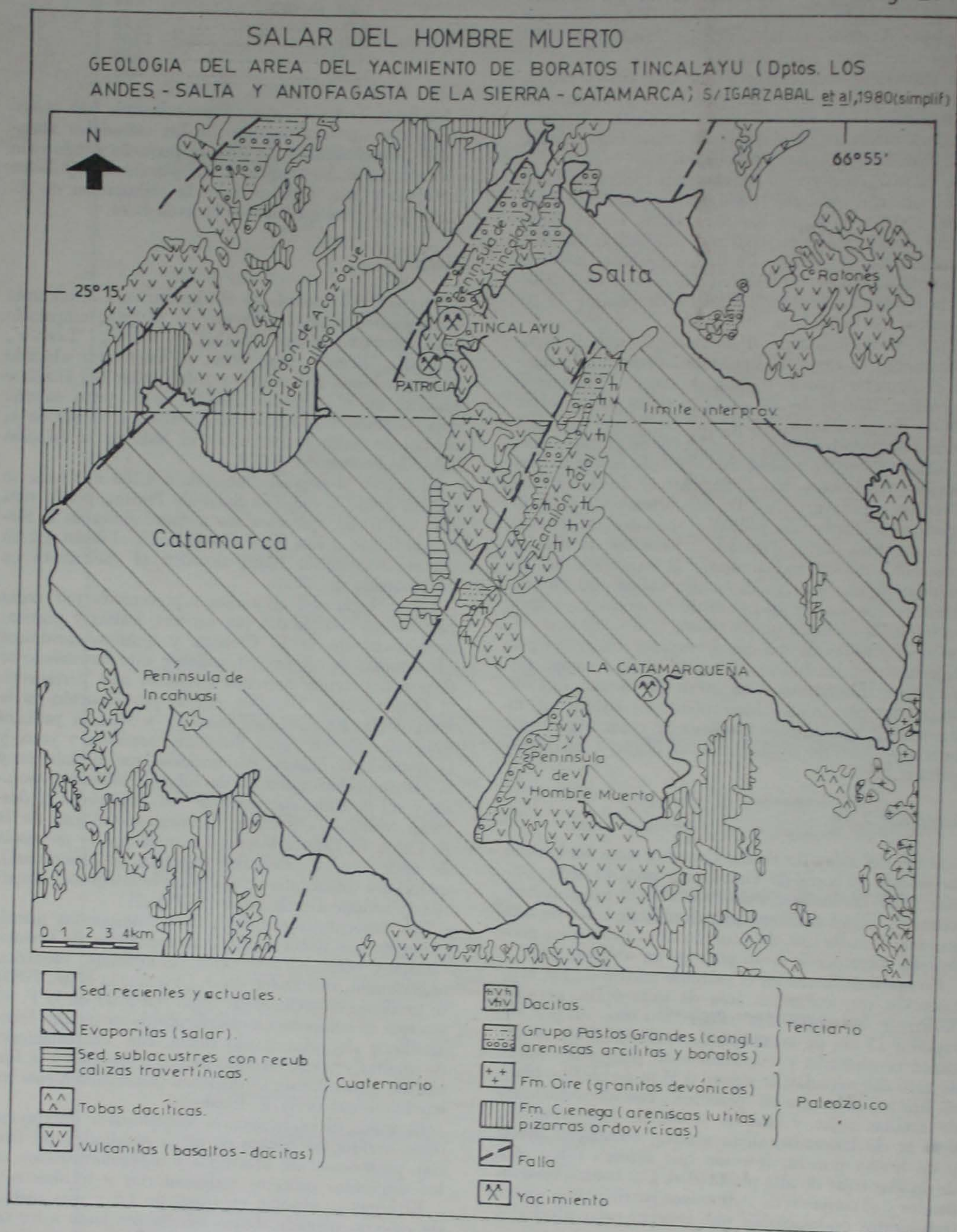
Las concentraciones de boratos, compuestas principalmente por tincal o bórax, acompañadas de kernita, ulexita y otros boratos raros (ameghinita, ezcurrita, aristarainita, rivadavita, etc.), (ANGELELLI *et al.*, 1980), se localizan en sedimentos (tipo red-bed) de la F. Sijes, que se compone esencialmente de materiales limo-arcillosos de color pardo rojizo, con intercalaciones de arcillas y tobas verdosas claras; cubriendo a la formación mineralizada se disponen discordantemente rocas basálticas de la F. Incahuasi.

El origen de los horizontes boracíferos se interpretan como antiguos depósitos de playa sepultados que fueron posteriormente afectados y metamorfoseados en los diferentes procesos sedimentarios y tectónicos.

El bórax se observa en capas de 1-2 y más metros de espesor, plegado disarmonicamente junto a los sedimentos que lo incluyen; es dable observarlo asimismo en masas irregulares de aspectos de "hongos" o cuerpos



Fig 21





diapiríticos. Estos "diapiros" o "domos" se habrían originado probablemente a raíz del comportamiento diferencial de los materiales participantes durante el plegamiento, supuestamente en mayor grado que por las diferencias de densidad y plasticidad de los mismos. Se destaca un cuerpo principal que descansa sobre una potente capa de halita y que registra potencias de 20-30 m y casi 100 de diámetro, compuesto por tincal de color blanco, en agregados cristalinos, de grano fino y aspecto sacaroides.

La kernita se encuentra en los niveles inferiores del yacimiento en masas irregulares, de algunos metros de espesor y también a modo de "vetas" que cortan la estructura sedimentaria; se la considera como un mineral de alteración, producto de la acción metamórfica sobre el bórax; se presenta en cristales bien desarrollados, de color blanco a incoloro. La ulexita en cambio se aloja preferentemente en los niveles superiores del yacimiento, en pequeñas y delgadas lentes fibrosas, o también en finas guías discordantes originadas por relleno de fracturas. Los restantes boratos, presentes en muy escasa proporción, se disponen en reducidas y delgadas capas o en drusas rellenando pequeñas grietas y cavidades de disolución dentro de las masas de los boratos predominantes.

La explotación, que hasta el año 1966 se realizaba en escala modesta y en su mayor parte por vía subterránea, se efectúa a cielo abierto, constituyendo en la actualidad el mayor "open pit" de la Argentina, con dimensiones del orden de los 500 x 400 m, 100 de profundidad y niveles de 5-6 m de altura (noviembre de 1980).

El movimiento del material se lleva a cabo a través de grandes cargadores frontales y camiones; normalmente se extraen volúmenes superiores a las 150.000 t mensuales (1.800.000 t/año) de estéril, y cerca de 14.000 t/mes de mineral (120.000 t/año).

El bórax proveniente de la mina se lo clasifica de acuerdo a sus leyes en: de baja ley (14-18 %  $B_2O_3$ ), de mediana (18-22 %  $B_2O_3$ ) y de alta ley (mayor de 22 % de  $B_2O_3$ ); se lo tritura en una planta primaria de impacto y aquel seleccionado con más de 18 % de ley se remite, por camiones, hasta el salar de Pocitos, donde es cargado en vagones del F.G.B. y enviado a la población de Campo Quijano (distante unos 30 km de Salta), lugar donde se emplaza la fábrica de la firma propietaria, Boroquímica SAMICAF, instalada desde hace unos 20 años; en ella se elabora bórax decahidratado, anhidro, ácido bórico y otros subproductos. El rendimiento del mineral es, en términos generales, de dos toneladas de tincal con ley 18 % de  $B_2O_3$  para obtener una tonelada de bórax decahidratado ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ ).

Es de señalar que desde el año 1974 opera en ámbito del yacimiento una planta de procesamiento para leyes de 14-18 %  $B_2O_3$ , obteniéndose bórax decahidratado; posteriormente se adicionaron otras instalaciones que permiten producir bórax pentahidratado ( $Na_2B_4O_7 \cdot 5 H_2O$ ), con una producción actual de 900 t mensuales; ese producto se despacha a Campo Quijano para la fabricación de bórax anhidro.

La producción, en sus diversas formas químicas, bajo la marca de "Las 20 Mulas", abastece gran parte del mercado interno y el excedente, con volúmenes que varían entre 50-60 % de su producción anual, es exportado, especialmente al mercado brasileño.

El yacimiento, que viene operando a distinto ritmo desde el año 1953, ha aportado hasta la fecha casi 1.000.000 t de mineral.

### Serranías de Sijes

En las proximidades de la localidad de Sijes, tanto al sur como al norte de esa población, ubicada en el departamento Los Andes, unos 70 km de la estación Salar de Pocitos, se registra una cuantiosa acumulación de boratos en sedimentos terciarios.

La mineralización se aloja en una sucesión de capas de la F. Sijes (TURNER, 1964) que junto a las Formaciones Geste y Pozuelo conforman, según el citado autor, un solo ciclo sedimentario, que incluye dentro del Grupo Pastos Grandes (Mioceno-Plioceno) (Fig. 22).

En la serranía de Sijes, que representa una amplia cuenca terciaria, se destacan los yacimientos conocidos como "Monte Amarillo", "Monte Azul" y "Monte Verde", todos ellos portadores de capas de boratos, especialmente hidroboracita.

Se presentan, en general, con gran regularidad, como bancos muy homogéneos, porosos, de color gris blanquecinos y estructura fibrosa, de 1 a 2 m de espesor, intercalados en los sedimentos pardo rojizos a verdosos, integrados por limos, arcillas y elementos tobáceos fundamentalmente. En algunos sectores los bancos mineralizados se adelgazan con grosores de 20 a 30 cm. Las acumulaciones se localizan en un tramo de unos 250 a 300 m de potencia en la fracción media a superior de la formación, en una corrida de varios centenares de metros. El rumbo general de los horizontes es submeridional, con inclinaciones de 30 a 40° hacia el este. Comúnmente los estratos están ondulados y en sectores francamente plegados disarmonicamente y con abundante fracturamiento. En "Monte Amarillo", "Monte Azul" se determinaron 13 capas mineralizadas con hidroboracita, todas ellas compactas y duras, a veces con contenidos de carbonatos de color pardo amarillento.

Este yacimiento, perteneciente a la firma Boroquímica SAMICAF, sólo en algunas ocasiones ha sido motivo de explotación; las labores se observan en distintos sectores, especialmente al sur del salar de Aguas Amargas. Es de señalar que la firma propietaria, en el denominado "Monte Amarillo", efectuó recientemente, julio de 1980, una explotación de 5.000 t, que se remitieron directamente a los EE. UU., sin procesar, para la elaboración de vidrios especiales. Según datos proporcionados por la empresa la ley media del mineral era del orden del 40 %  $B_2O_3$ .

*La Esperanza:* A un par de kilómetros al este del yacimiento citado precedentemente, a 5 km de la ruta n° 53, se localiza el del epígrafe, mineralizado.

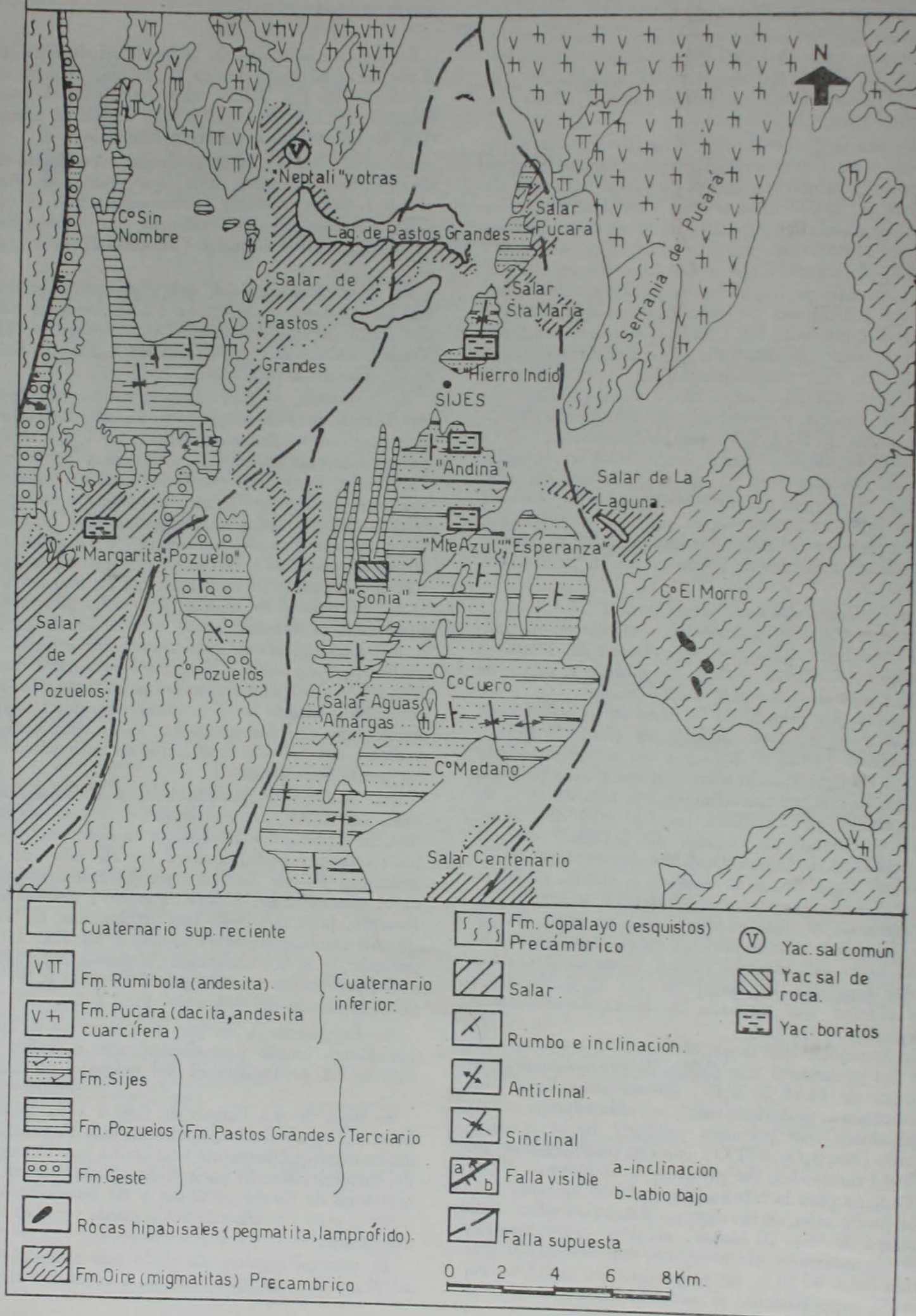
Se trata de 4-5 bancos de 0,50 a 1 m de espesor intercalados en niveles superiores de la F. Sijes, emplazados estratigráficamente más arriba que los depósitos de hidroboracita. El yacimiento consiste en un flanco anticlinal de rumbo norte-sur y un buzamiento de 25 a 30° al este. La mineralización puede seguirse en unos 150-200 m.

El mineral aparece asociado con materiales limo-arcillosos de color gris verdoso, a veces con elementos



Fig. 22

GEOLOGIA DE LAS AREAS DE SIJES Y SALAR DE PASTOS GRANDES DPTO. LOS ANDES-SALTA, SEGUN TURNER (HOJA 7c NEVADO DE CACHI).





tobáceos, registrando llamativos cristales fibrorradiados de buen tamaño, con colores que van del blanco amarillento acaramelado al negro.

Un análisis de una muestra común obtenida de un horizonte de 0,60 m de potencia y analizada por el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, arrojó los siguientes contenidos, en porciento:

Res. Ins. en HCl .....	8,87
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	33,59
CaO .....	25,35
MgO .....	3,48
Na <sub>2</sub> O .....	0,65

El depósito que cuenta con considerables reservas, sólo ha sido movilizizado en muy pequeña escala para abastecer los requerimientos de un mercado externo muy reducido.

#### Salar de Santa María

**"Hierro Indio":** En el borde occidental del citado salar, a unos 2 km al N del campamento Sijes de Boroquímica SAMICAF, se registra una acumulación de boratos incluida en la F. Sijes, donde es dable observar bancos de ulexita, colemanita, hidroboracita e inyoita.

Son varias las capas de 20, 30 a 50 y más centímetros alojadas en sedimentos rojizos en una estructura anticlinal, pudiéndose observar replegamientos y pequeñas fracturas muy notables.

Normalmente la ulexita aparece en la porción inferior de los bancos mineralizados, disponiéndose los demás boratos en la fracción media y superior.

La ulexita se la observa a modo de discos recrystalizados por procesos tectónicos; suele presentarse también fibrosa, rellenando fracturas, constituyendo verdaderas brechas. Los demás boratos se hallan muy mezclados entre sí y flexurados, seguramente debido a la acción tectónica registrada; a veces se aprecian rellenos de cavidades con hermosas asociaciones, de buen tamaño y de diversos tonos.

La firma Tres Caciques ha iniciado recientemente una pequeña exploración, orientada al aprovechamiento de ulexita.

#### Salar de Pastos Grandes

Este depósito se emplaza en el sector N del salar de Pastos Grandes, unos 10 km al SO del caserío de Santa Rosa de los Pastos Grandes y a 50 km al ESE de la localidad de Pocitos, en el departamento Los Andes; su acceso se realiza desde esta última localidad por el camino que pasa por el paraje conocido como Quirón y que conduce al salar tratado.

El salar, de forma irregular, presenta en su perímetro barrancas y terrazas las cuales, según TURNER (1964), corresponderían a sedimentitas del Grupo Pastos Grandes (Mioceno-Plioceno), dacita-andesita cuar-cífera de la F. Pucará (Cuartario inferior), continuándose hacia las partes más profundas con sedimentos del Cuartario superior a recientes.

El depósito salino se halla amparado en su parte más septentrional por las minas "Neptali", "Monchu", "Hilda", "Cristina Elisa", "Ana del Valle", "Mariano", "Susy" y "Diego", entre otras, que se distribuyen en una superficie de 8 km en sentido N-S, por 4 transversalmente, en parte sobre material estéril. En los sec-

tores más profundos de la cuenca en cuestión se verifica saltuariamente un banco de sal o "capa madre", llamado "cascote de sal" por los lugareños.

En el sector en explotación, cuando se visitó el yacimiento, que correspondía a la mina "Neptali", se observó una capa de sal relativamente pura, de color blanco con esporádicas manchas rojizas dadas por el material arcilloso, compacta y dura en seco, de un espesor de 0,5 m, que se adelgazaba hacia el oeste no superando los 3 cm, mientras que al este se hallaba cubierta por agua. Por debajo se presenta una arena limosa parda, con granos de halita grisáceos y algunos cristales fibrosos de ulexita, que en sectores pasa a una arcilla-limosa parda oscura a negra. En la parte superior de este conjunto, después de la época de lluvias, se forma una costra de 1 a 1,5 cm de sal común bastante friable, con pronunciadas grietas de desecación que le dan un aspecto rugoso a esa superficie, de una coloración blanquecina a pardo clara debido a las impurezas arrastradas por los vientos.

El análisis de una muestra de pilas, tomada para este trabajo, realizado en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, arrojó los siguientes resultados porcentuales:

Cl <sup>-</sup> .....	58,30
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> .....	1,08
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> .....	0,24
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> .....	—
Ca <sup>++</sup> .....	0,27
Mg <sup>++</sup> .....	0,01
Na <sup>+</sup> .....	38,00
K <sup>+</sup> .....	0,16
Ins. en agua .....	1,20
Pérd. a 230°C .....	0,81

#### Combinaciones probables

ClNa .....	95,27
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> .....	1,60
CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> .....	—
(CO <sub>3</sub> H) <sub>2</sub> Ca .....	0,32
ClCa .....	0,53
ClK .....	0,30
CO <sub>3</sub> HK .....	—
Cl <sub>2</sub> Mg .....	0,04

En lo referente a los minerales de boro, debe señalarse la presencia de ulexita dispuesta en mayor proporción en la porción austral del salar. Se presenta en nódulos de algunos centímetros de diámetro, de aspecto brillante y sedoso, alojándose en niveles de potencias variables que oscilan normalmente entre 20 y 50 cm entre bancos de limos y cloruro de sodio.

Varias son las pertenencias mineras por boratos que cubren el salar; todas ellas en diciembre de 1980 se hallaban inactivas.

La explotación de sal común (10/80), consistía en el "raspado" en forma mecanizada de la costra superficial rugosa y friable, el cual se realizaba en distintos sectores del salar alcanzando las 100 t/día hasta completar el "stock" requerido; este material es comercializado como "sal industrial". Además existen alrededor de 1.000 piletas de recrystalización de 2,5 x 1,6 con alrededor de 0,4 m de profundidad, de las cuales se hallaban activas 150; estas piletas se colman naturalmente con las salmueras de profundidad y el agua superficial produciéndose luego una recrystalización de sal muy pura, con hasta dos "cosechas" en el año. Se comercializa como sal apta para consumo humano. En



épocas anteriores se obtuvo "sal en panes" de la capa compacta descripta.

Este yacimiento, trabajado por su propietario, Boro Derivados S.A., registra una producción variable, promediando las 200 t mensuales de sal industrial la que es embolsada en el lugar de extracción con la marca de la firma explotadora, abasteciendo, en parte, a los requerimientos de la industria petrolera.

#### Salar del Rincón

Se trata de una extensa depresión de aproximadamente 256 km<sup>2</sup>, ubicada al noroeste de la estación Laguna Seca del FGB y a unos 215 km de la ciudad de Salta, departamento Los Andes, con acceso por la ruta nacional n° 51 hasta la localidad de Olacapato, y desde esa población, por una variante de la anterior que conduce a Paso Sisco, se recorren 58 km para alcanzar el salar.

En las márgenes sur y oeste del área deprimida afloran rocas volcánicas, en especial andesitas, dacitas, tobas y basaltos, en tanto que en el flanco oriental se registran sedimentitas ordovícicas, representadas por cuarcitas, areniscas y lutitas, y en el meridional un extenso pedemonte.

La costra salina muestra una superficie muy irregular y áspera, con abundantes aristas agudas y filosas, como producto del levantamiento de las placas poligonales que se originan durante la evaporación y cristalización de la sal. La porción superior de la costra (hasta 10-20 cm) corresponde a un mineral normalmente impuro, para pasar gradualmente en profundidad a horizontes de gran pureza y espesores de hasta varios decímetros, tal como puede observarse en los "ojos" o pozos naturales.

En el borde oriental del salar, en su porción media, se aprecia una costra con abundante ulexita, que fuera en el pasado motivo de aprovechamiento. En la playa del sector occidental se registra, en cambio, contenidos significativos de sulfato de sodio.

Análisis comunes de muestras extraídas del sector central del salar, en los primeros 40 cm de la costra salina, revelan contenidos que oscilan entre 95 y 97 % ClNa y 1 a 3 % SO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>, además de pequeñas concentraciones de sales de Mg y K. Determinaciones químicas de salmueras practicadas por NICOLLI *et al.* (1980), señalan la presencia, además de sodio y calcio, de otros cationes tales como Li, K y Mg, con valores intermedios (Cuadros 8 y 9), pero muy uniformes, lo que condujo por su ubicación geográfica favorable, incluir a esa cuenca dentro de aquellas de interés inmediato para su exploración por potasio y litio, dando lugar a un plan de investigación geoquímica que viene realizando la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales conjuntamente con la Dirección General de Fabricaciones Militares.

La explotación de la salina con fines industriales, en volúmenes modestos, se remonta a la década del cincuenta. Son cinco las empresas que suelen trabajar en el área, a saber: L. Asencio, D. Carbajal, Salina La Estela, Comisa S.A. y Talismán, de ellas las tres citadas en último término mantienen una explotación continuada.

El cloruro de sodio es obtenido mediante piletas o unidades de cristalización abiertas en el salar; allí se acumulan las aguas madres, que una vez evaporadas

dan lugar a la cristalización de la sal de alta pureza. Las dimensiones de esas piletas son variables, frecuentemente oscilan entre 3 a 6 m de largo, 2 a 3 de ancho y 30 a 40 cm de profundidad; es frecuente que se hallen alineadas en filas paralelas, separadas a distancias de 2 a 4 m entre sí. Dichos receptáculos tardan 3 a 4 meses en llenarse, ya que depende exclusivamente de las condiciones climáticas, pudiéndose obtener en épocas normales hasta dos cosechas anuales. Aparte del sistema de explotación señalado, se extraen pequeños volúmenes de sal mediante el sistema de "raspado" de la costra superficial y también por medio del "arranque" en forma de panes.

COMISA S.A.: La empresa citada explota una fracción ubicada en el sector SSE de la depresión salina. Se registran 1.200 piletas orientadas en dirección N 50° E. Sus dimensiones individuales son de 3 m de largo, 2,20 de ancho y 0,40 a 0,50 m de profundidad.

Durante la explotación se descartan los primeros 10 cm, que es la fracción que normalmente contiene mayores impurezas, y luego mediante pico y pala se extrae el material de los 30 a 40 cm restantes, de alta ley y grado de pureza.

El mineral es tamizado en la propia salina para eliminar las fracciones más finas, y luego es envasado en bolsas de 50 kg, transportándose por medio del ferrocarril hasta la estación de Cerrillos. En esa población se muele y envasa al mineral en el molino que posee la firma explotadora. En el mercado el producto se conoce bajo la marca "Sierra de cobre".

La explotación se realiza solamente durante los 3-4 meses de verano, con una producción anual del orden de las 600 t.

Salina La Estela: La fracción en explotación se halla emplazada a unos 2 km al NNO del lugar de la empresa arriba citada. Cuenta con 3.500 piletas; de estas, tres mil presentan dimensiones de 3 m de largo, 2,5 de ancho y 0,40 de profundidad, y las quinientas unidades restantes registran un largo de 6 m, 2,5 de ancho y 0,40 a 0,50 m de hondura. El conjunto de excavaciones comprende una serie de filas orientadas en dirección N 40° E. La capacidad de producción del total de las unidades de cristalización es superior a las 15.000 t anuales.

Durante la explotación se eliminan los 10 cm de la costra salina y se extrae normalmente entre 25 y 30 cm de la capa inferior de sal cristalizada en la piletta. El mineral es envasado en bolsas de 50 kg, en la misma salina, y luego se remite una parte a San Antonio de Los Cobres y otra parte a la ciudad de Salta, para ser sometida a molienda y tamizado en los molinos que posee la empresa. El producto que se destina a la industria y a la alimentación se registra bajo la marca "sal El Diluvio".

Un análisis químico efectuado sobre una muestra común de 40 cm de espesor, incluida la costra, extraída en noviembre de 1980, registra los siguientes contenidos en por ciento:

(CO <sub>2</sub> H) -	0,24
Cl <sup>-</sup>	59,29
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0,96
Ca <sup>++</sup>	0,13
Mg <sup>++</sup>	0,01
K <sup>+</sup>	0,18
Na <sup>+</sup>	38,66
Ins. en H <sub>2</sub> O	vest.
Pérd. a 230°C	0,73



*Combinaciones probables*

(CO <sub>2</sub> H) <sub>2</sub> Ca	0,32
Cl <sub>2</sub> Ca	0,04
Cl <sub>2</sub> Mg	0,04
ClK	0,34
ClNa	97,11
SO <sub>4</sub> Na	1,42

La firma Félix Chocobar, que explota la fracción de la salina y que comprende entre otras las minas conocidas como "Salta", "Estela" y "Paulina", trabaja la mayor parte del año con una producción que oscila entre 60 y 80 t mensuales.

**Salina Talismán:** Las pertenencias trabajadas por la firma Cia. Minera José Gavenda que comprende, entre otras, las minas "Talismán", "Praga 1 a 4", "Nelly" y "Angélica", se localizan en el borde occidental del salar, en su porción media. Se explotan unas 1.000 piletas que se orientan en diferentes direcciones y con distintos diseños, en su mayor parte de 3 m de largo, 2 de ancho y 0,40 m de profundidad.

Al igual que las firmas antes citadas, durante la explotación se elimina previamente la costra salina y luego se aprovechan unos 25-30 cm de la sal depositada en las unidades de cristalización.

Una muestra de mineral obtenida de los 20 cm superiores de la capa salina depositada en las piletas, registra los siguientes contenidos químicos, en porcentaje:

(CO <sub>2</sub> H)-	0,30
Cl <sup>-</sup>	58,24
SO <sub>4</sub> =	1,86
Ca <sup>++</sup>	0,48
Mg <sup>++</sup>	0,01
K <sup>+</sup>	0,18
Na <sup>+</sup>	38,29
Ins. en H <sub>2</sub> O	vest.
Res. a 230°C	0,92

*Combinaciones probables*

(CO <sub>2</sub> H) <sub>2</sub> Ca	0,39
Cl <sub>2</sub> Ca	1,08
Cl <sub>2</sub> Mg	0,04
ClK	0,34
ClNa	95,06
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	2,75

El material salino se tamiza en la propia salina y se remite a la ciudad de Salta por medio del ferrocarril, en envases de 50 kg. En los molinos que posee la firma, se muelen y procesan para abastecer a la industria y también para consumo humano. La producción mensual es del orden de las 60 t y la explotación se realiza durante 5-6 meses al año.

*Salar de Pocitos*

La cuenca de Pocitos es un graben ocupado por un salitral y algunas pequeñas salinas y sulfateras, hundido entre las serranías de Quirón, por el Este y la del Macón o Calalaste por el Oeste. Es alargada con su dirección mayor, apenas desviada hacia el NNO, de 55 km y entre 8 y 4 de ancho.

Geológicamente el bloque elevado del este está representado por rocas del Complejo Metamórfico Proterozoico (VILELA, 1969), mientras que por occidente se observan sedimentitas terciarias y cuartarias, aflorando hacia el norte vulcanitas de composición

andesítica de los cerros Tul-Tul, del Medio y Pocitos; toda la franja oriental, entre la sierra de Quirón hasta el borde del salitral se halla cubierta por material de conos de deyección.

Según CORDINI (1950) la cuenca durante el Cuaternario fue convertida en un salitral por el aporte de una serie de sales que resultaron de la actividad volcánica, cuyo orden de abundancia es ClNa (principalmente), CO<sub>3</sub>Ca (formando costras aragoníticas), boratos de Na y Ca y algo de sulfato de sodio; luego el ClNa fue retransportado hasta las partes más bajas e impermeables formando pequeñas salinas. Durante los estudios realizados por el autor mencionado se comprobó que era escaso, en ese momento, el aporte de sales de las aguas superficiales y de la primer napa no pudiendo, por falta de perforaciones, afirmar nada sobre las aguas profundas.

Siguiendo al autor arriba mencionado, en la cuenca estarían representados sedimentos areno-limosos y limo-arenosos de coloración amarillenta a rojiza con abundantes cristales de yeso, que ocupan gran parte de la superficie del salitral; en el sector septentrional aparecen capas de calcáreo argonítico, tobas blanquecinas y un sector con boratos (inyoita?) y hacia el SO de la estación Salar de Pocitos (F.G.B.) se ubica el depósito de sal común propiamente dicho. El mismo comprende un sector "explotable directamente", de cuya delimitación resulta una zona alargada en el sentido de la cuenca, de 7,5 km de largo, con un ancho de 1,5 en su parte norte, afinándose hacia el sur de las vías del ferrocarril, con un ancho promedio aproximado de 300 m en el cual los espesores de sal son variables desde 5 m en el pozo 3 (centro de la salina y área de explotación de "Manto Blanco") y pocos centímetros en otros sectores. El área de la capa salina más potente no supera el km<sup>2</sup> (pozos 3 y 4), en donde esta se presenta como una costra dura, con pocas intercalaciones terrosas y un tenor de entre 79 y 91 % ClNa (muestra 343); la cantidad de halita aprovechable para este sector asciende a 15.496.000 t con una media de 89,06 % ClNa, para una superficie de 5 km<sup>2</sup> y 1,5 m de espesor promedio. Este sector central está rodeado por un depósito menos rico denominado "reservas", superficialmente rugoso y agrietado en polígonos con bordes salientes, no explotable directamente ya que el material terroso alcanza un término medio el 63 %, con espesores de 0,03 a 0,5 m según se desprende de los perfiles de CORDINI, estimándose 6.172.000 t con 28,98 % ClNa promedio, para una superficie de 28,4 km<sup>2</sup> y espesor medio de 0,3 m (muestra 370-pozo 22). A su vez existen fajas rodeando al sector anterior, que aunque posee hasta 42 % ClNa no serían explotables por ser delgadas costras de hasta 2 cm excepcionalmente.

En el sector ya citado con boratos, se estima una existencia de 600.000 t para un área que ocupa 3,7 km<sup>2</sup> con una potencia media de 0,5 m de la cual una muestra dio los siguientes resultados:

Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	2,03 %
Soluble en HCl	—
Calcio (CaO)	8,17 %
Boro (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10,80 %
Carbonato de calcio (CO <sub>3</sub> Ca calculado)	4,61 %
Borato de calcio (B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Ca <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O calculado)	28,90 %



Cabe mencionar, además, que unos 5 km en línea recta al ONO del área descrita por CORDINI, en la época en que se visitó la región, se encontraba otra en explotación (mina "Doña Emma") y también en el sector más austral de la cuenca depósitos de sulfato de sodio en explotación (mina "María Auxiliadora" y otras).

"*María Auxiliadora*": Se sitúa en la porción más austral del salar de Pocitos, sobre su borde oriental, cercana y al sur del paraje Aguas Amargas, en el departamento Los Andes. Se llega desde la localidad de Pocitos por la ruta nacional n° 53 hacia el sur, siguiéndola unos 40 km, donde se toma una huella de 800 m hacia el oeste hasta el yacimiento.

El sector donde se ubica este depósito presenta una cubierta de sedimentos arenosos con cristales de yeso, que CORDINI (1950) denomina "arena mediana a silt con mucho yeso".

Su yacimiento lo constituye una capa horizontal de 0,50 m de potencia media, sólo reconocida por labores y cateos en una superficie de 500 m<sup>2</sup>, compuesta esencialmente por mirabilita, con un destape de 0,20-0,30 m de arcilla rojiza con fragmentos de sulfatos indiferenciables y por encima entre 0 y 0,30 m, una cubierta con yeso que suele mostrar eflorescencias pulverulentas de sulfatos; el piso es una arcilla rojo ladrillo con mirabilita en proporciones variables pero que disminuye en profundidad.

El material útil se presenta como un agregado masivo de cristales translúcidos, con fractura concoide y brillo vítreo, en algunos sectores contaminado por "nidos" de arcillas rojas.

Se lo explota en una calicata de 30 m de largo en sentido NO-SE, 3,5 de ancho y entre 0,70-0,90 m de alto.

Su propietario, el Sr. Robustiano Chocobar, comenzó los trabajos de extracción en abril de 1980, tratando el mineral en una pequeña planta de su propiedad sita en las cercanías de la población de San Antonio de Los Cobres; el producido hasta octubre de 1980, época en que se visitó el yacimiento, era escaso.

Hacia el oeste, en la parte central y occidental del salar se ubican las minas del Sr. Mario Velazco, también de escasa producción.

"*Manto Blanco*": Esta propiedad, conocida anteriormente como "Salar del Milagro", de la Sra. Mercedes Torres, se encuentra ubicada en la parte norte del Salar de Pocitos, a 2.500 m al SO de la localidad homónima, desde donde se accede a través del tramo antiguo de la ruta nacional n° 53 (a Tolar Grande), en el departamento Los Andes.

El yacimiento está compuesto por una capa salina que alcanza los 6.000 m de largo en sentido N-S y unos 700-800 de ancho, con un espesor que varía desde pocos centímetros hasta 0,80 m reconocidos en el sector en explotación. La misma está compuesta en sus 0,30 m superiores por sal (cloruro de sodio) de color blanco, en granos de alrededor de 0,5 cm, manchada superficialmente por impregnación de material arrastrado por el viento que le otorga una coloración pardo clara; por debajo sigue una sucesión de capas de 2-3 a 5 cm de sal blanquecina con manchas pardo claras y de material limoso con cristales de sal pardo rojiza hasta los 0,80 m, máxima profundidad excavada.

La actual firma propietaria, Noguera Hnos., que se hizo cargo a fines de 1978, se encontraba, cuando se

visitó el depósito en octubre de 1980, en la reparación y apertura de piletas de cristalización, las cuales totalizaban 300, de 2 m de largo por 1,2 de ancho, por 0,6 de profundidad. Los trabajos de explotación se pueden realizar desde abril hasta setiembre-octubre, ya que el aumento del nivel del agua en el salar no lo permite en otras épocas; en esos meses se pueden obtener de las piletas cosechas trimestrales de una sal muy pura, blanca y de grano fino, material éste que es apilado para su secado unos 15 a 20 días y luego transportado a granel a la estación Salar de Pocitos (F.G.B.) para su embarque.

En octubre de 1980 la producción era muy escasa, pero según los datos obtenidos en el yacimiento, la antigua firma explotadora extraía alrededor de 600 t mensuales.

"*Doña Emma*": Propiedad del Sr. Manuel E. Ruiz, se ubica conjuntamente con el grupo de minas "Ducus" en el sector septentrional del Salar de Pocitos, a unos 8 km al O de la estación homónima (F.G.B.) y al ONO de "Manto Blanco", con acceso por un camino secundario desde la citada estación, en el departamento Los Andes.

Su yacimiento lo conforma una capa de sal (ClNa) de contorno irregular, alargada en sentido E-O en unos 150 m y 60 de ancho máximo con un espesor de 0,30 m que se continúa en sus bordes como una delgada costra salina, polygonada, de coloración parda clara y muy rugosa; el piso lo constituye una arena limosa parda rojiza con pequeños cristales de cloruro de sodio.

Existen gran cantidad de pozos y canales naturales en los cuales a partir de las salmueras cristaliza sal (ClNa) pura en las épocas de mayor evaporación (aunque en el material apilado se observó algo de sulfato de sodio).

Las cosechas se realizan a un ritmo variable que depende de las lluvias, lográndose extraer sólo 100 t en el año 1979.

### *Tolar Grande*

Los depósitos de sal de roca localizados en las cercanías de esta localidad, se emplazan en el borde oriental del salar de Arizaro, en el departamento Los Andes, en pleno ámbito de la Puna. Se presentan formando montículos y morros aislados de 50-70 m de altura con respecto del nivel del salar, distribuidos con una orientación preferencial N-S, en una superficie, según Scrosso (1943), de 10 km de largo y 2,5 de ancho. Los bancos salinos poseen espesores de 5 a 8 m, citando el autor mencionado potencias de hasta 40 m, y se intercalan entre areniscas rojizas y grisáceas y pelitas pardo-rojizas. Este paquete atribuido al Plioceno por Scrosso (op. cit.), es ubicado dentro de la F. Pozuelos (Terciario superior) por MÉNDEZ *et al.* (1979).

"*Amelia*": Esta propiedad registrada a nombre del Sr. José A. Plaza, se encuentra situada a unos 4 km al SSO de la localidad de Tolar Grande, desde donde se llega a través de la ruta nacional n° 59, por alrededor de 800 m, para luego tomar hacia el S por un camino secundario hasta el yacimiento.

La topografía del área la conforma una quebrada ancha, sin nombre, de dirección NNE en cuyo borde



oriental se encuentra el depósito; ese accidente se debe a la erosión de sedimentitas del Terciario alto, asignadas a la F. Pozuelos, que aflorando en ambas márgenes constituyen el flanco oriental de una estructura anticlinal, subparalela a la quebrada, que inclina hacia el E, conformada por pelitas con intercalaciones areniscosas de coloración rojiza.

El depósito lo constituye un banco de sal concordante con la estructura, de rumbo N 30° E y 30-40° de inclinación al ESE, visible, en el sentido del rumbo, en unos 50-60 m, posiblemente con continuación hacia el S, y de 7 a 8 m de espesor; su límite occidental parece ser una falla por la presencia de espejos de fricción y brechamiento, mientras que hacia el E lo cubre concordantemente una arenisca-limosa pardo clara, la cual por lavado cubre superficialmente a las rocas infrayacentes; en su piso puede observarse una arenisca gris oscura y en parte un limo pardo-rojizo con clastos de la arenisca gris.

El material explotable es compacto, compuesto por cristales de halita de 0,5 a 5 cm, predominando los de 2 cm, preferentemente de coloración gris, contaminado en algunos sectores por material arenoso gris oscuro, aunque suelen observarse algunos cristales translúcidos.

Se la trabaja en dos frentes alineados N-S; el del N de 10 m de ancho, 8 de avance hacia el E y 12-15 m de altura, y el del S de unos 20 m de ancho por 5-6 de avance al E y 10-12 m de alto.

Es explotada manualmente, extrayéndose trozos de hasta 30-50 kg los cuales son embarcados en la estación Tolar Grande (F.G.B.) y utilizados principalmente para consumo de ganado; en la época que se visitó el yacimiento la producción era esporádica, llegándose en algunos meses a extraerse 30 toneladas.

"Elena": Propiedad del Sr. Oscar Saravia Cornejo, se sitúa a algo más de 3 km al SSO de la localidad de Tolar Grande, con el mismo acceso y a unos 800 m al NNE de la anteriormente citada "Amelia".

Topográfica y geológicamente este sector es similar al descrito para la mina precedente, presentándose en un pequeño montículo un banco de sal gema con rumbo NNE e inclinación al E, visible en unos 30 m de extensión en sentido meridional y de 3 a 4 m de potencia, sin piso a la vista; en el techo se observan estratos de arcilitas y limo-arcilitas pardo-rojizas cortadas por finas venillas de sal, las cuales se disponen con una inclinación de 30° al E, aumentando la misma en esa dirección hasta los 70-80°.

El banco salino es compacto y presenta una coloración, en conjunto, gris clara; está compuesto por cristales cúbicos de halita de 3 a 5 cm de lado, por lo general bien translúcidos y blancos (denominados "capping") y también semitranslúcidos y grises; las impurezas arenosas son escasas. Una muestra extraída por uno de los autores de este trabajo, analizada en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, acusó la siguiente composición, en por ciento:

Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	55,97
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	1,11
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	0,24
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> )	—
Sodio (Na <sup>+</sup> )	36,49
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	0,34
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	vest.
Potasio (K <sup>+</sup> )	0,07
Ins. en agua	5,60
Pérd. a 230°C	0,36

#### Combinaciones probables

Cloruro de sodio	91,41
Sulfato de sodio	1,64
Carbonato de sodio	—
Cloruro de potasio	0,13
Bicarbonato de potasio	—
Bicarbonato de calcio	0,32
Cloruro de calcio	0,72
Cloruro de magnesio	—

Se la trabaja en forma manual en un frente de 20 m de ancho en sentido N-S, con 3-4 y hasta 8 m de avance hacia el E y 4 a 5 de altura. La explotación en diciembre de 1980, época en que fue visitado el yacimiento, totalizaba unas 15 t/mes, las que eran trasladadas a la estación Tolar Grande (F.G.B.) y de allí a los centros de consumo, principalmente ganaderos.

A unos 80 m hacia el E de la mina en cuestión y en un nivel topográfico superior, existe otro banco de sal, en cuya base se ha observado un material limoso con ulexita, que corresponde a la mina "Tolar", abandonada desde los años 50.

#### Sijes

En las inmediaciones de esta localidad y bordeando por el E y S el salar de Pastos Grandes, en el departamento Los Andes, se conocen otros depósitos de sal de roca, ya mencionados por Scrosso (*op. cit.*), constituidos por bancos de 5 a 7 m de espesor de sal impura, de coloración pardo rojiza, que presentan las mismas características geológicas que las descritas para el área de Tolar Grande (Fig. 22). En noviembre de 1980 la actividad extractiva se encontraba totalmente paralizada y abandonada; según datos proporcionados en el lugar no se registra producción desde 1970.

#### Salar de Taca-Taca

"Federico": Registrada a nombre del Sr. Miguel D. Budani, se sitúa conjuntamente con "María Salvadora" en el sector NE del Salar de Taca-Taca, siendo éste un brazo septentrional del de Arizaro, a unos 7 km al N de la estación Taca-Taca (F.G.B.), departamento Los Andes. Se accede desde la ruta nacional n° 59 a unos 35 km al O de Tolar Grande por el camino que conduce a la estación citada distante 13 km y luego se continúa hacia el N por el borde oriental del salar.

Este depósito lo constituye una capa de sal que con espesores que oscilan entre 0,20 y 0,60 m ocupa unos 350 m en sentido NNE-SSO y 100 m de ancho hasta formar una delgada costra salina en su periferia; superficialmente este conjunto, de coloración pardo clara a pardo oscura en los sectores de menor espesor, se muestra cortado en panes poligonales a modo de grietas de desecación por lo cual esa superficie es muy rugosa. La capa de sal es de coloración pardo clara a blanquecina de acuerdo al contenido de impurezas limo-arcillosas. El piso lo constituye un material areno-limoso gris blanquecino a rosado, en seco.

Registra alrededor de 180 piletas de cristalización de dimensiones variables, en las cuales se obtiene una sal pura, de color blanco, de grano de 0,5 a 2-3 cm en las de mayores dimensiones y de pocos milímetros en las menores.

En diciembre de 1980, época en que se visitó el yacimiento, las piletas registraban una cierta cantidad de



agua y la producción era de unas 800 t por año. El mineral embolsado y a granel, utilizado para consumo industrial principalmente, es remitido a la estación Taca-Taca para su embarque.

"Ercilia": Concedida a la firma Incasal S.R.L., se emplaza en el centro occidente del Salar de Taca-Taca, 6 km al NNO de la estación del mismo nombre, departamento Los Andes, pudiéndose llegar desde ese punto por un camino hacia el oeste que cruza el salar en su parte más angosta y luego hacia el norte bordeándolo por el poniente.

Las características del depósito pueden ser homologables a las del yacimiento "Federico"; en este caso la capa más gruesa de sal, de 0,2 a 0,6 m posee una longitud de 700 m, con rumbo N-S en su mitad austral y el resto NE-SO; esta capa se vuelve a observar a unos 200 m al sur en la explotación que allí realiza el Sr. Miguel D. Budani, mina cuyo nombre no pudo ser registrado.

En el área que comprende esta mina se registran 2.800 piletas de cristalización con dimensiones aproximadas de 3 x 2 y 0,5 m de profundidad, en las cuales se pueden obtener dos "cosechas" anuales, y las menores de 2 x 1 x 0,3-0,4 m de tres "cosechas" anuales; de ellas alrededor de un 50 % se encontraba en condiciones de explotación.

En el momento de nuestra visita (diciembre de 1980) la firma explotadora recién comenzaba a operar en este yacimiento, no pudiéndose contabilizar su producción; el material era embolsado y llevado hasta la estación de Taca-Taca desde donde se distribuye en ferrocarril; se comercializa con el nombre de Sal Industrial Tuc-Sal, además de algo para consumo humano.

### Salinas Grandes

**Salinera El Capitán:** El depósito salino que es motivo de explotación se ubica en el paraje conocido como Cangrejillos, distante 62 km al noreste de San Antonio de Los Cobres, en el extremo occidental de las Salinas Grandes, departamento La Poma.

El área, actual propiedad de la Sociedad Minera Salinas El Capitán S.A., cubre unas 3.000 Ha (30 pertenencias de 100 Ha cada una), viene siendo explotada en forma discontinua, con producción de sal industrial, desde hace cuarenta años.

El yacimiento salino muestra una superficie prácticamente lisa y de piso firme. Se observa una costra salina de sal compacta y dura, de hasta 20 cm de grosor, de color blanco con tinte pardo, y de grano grueso. Por debajo de la citada capa se registra un horizonte de 10 a 30 cm de espesor, de una arcilla arenosa, de color pardo verdoso, que suele contener "papas" de ulexita de buen tamaño. A este horizonte le siguen barro orgánicos mezclados con yeso en cristales individuales y material calcáreo.

Según datos proporcionados por la empresa, las principales impurezas son:  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  y  $\text{Cl}_2\text{Mg}\cdot\text{SO}_4\text{Mg}$ . La primera en proporciones que oscilan entre 0,6-1 % y las segundas, en conjunto, entre 0,04-0,05 %. Una muestra obtenida durante la visita (diciembre de 1980) y extraída del material cosechado, revela los siguientes tenores, en por ciento:

Insol. en $\text{H}_2\text{O}$ .....	3,50
$\text{CO}_3\text{H}^-$ .....	0,37
$\text{Ca}^{++}$ .....	0,15
$\text{Mg}^{++}$ .....	0,19
$\text{SO}_4=$ .....	0,59
$\text{Cl}^-$ .....	54,36
$\text{K}^+$ .....	0,23
$\text{Na}^+$ .....	37,48
Pérd. a $230^\circ\text{C}$ .....	3,40

### Combinaciones probables

$\text{ClNa}$ .....	87,31
$\text{SO}_4\text{Na}$ .....	0,87
$(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$ .....	0,49
$\text{ClK}$ .....	0,54
$\text{Cl}_2\text{Ca}$ .....	0,08
$\text{Cl}_2\text{Mg}$ .....	0,74

Actualmente la explotación se efectúa en forma mecanizada, cosechándose una capa de unos milímetros hasta 2 cm de espesor, durante tres o cuatro veces al año, según el régimen de precipitaciones. La producción es del orden de las 2.500 t mensuales, destinándose para saturar las salmueras que trata salinas El Timbó (pág. 102).

En diciembre de 1980, la empresa experimentaba la obtención de sal para uso humano mediante una gran piletta (excavación en la propia salina), donde se intentaba producir la sal con una granulometría fina y homogénea y de gran pureza, vertiendo agua de la salina mediante bombeo.

La sal que se cosecha se remite a granel por medio de camión hasta la localidad de San Antonio de Los Cobres y de allí a la ciudad de Tucumán.

**Niño Muerto:** Concentraciones de boratos (ulexita) en "bancos" o en "papas" se señalan para esta parte occidental de las Salinas Grandes (Salta), en la antigua boratera conocida como "Niño Muerto". Este yacimiento, igual que el de "Tres Morros", "Pozo Cavado" y "Aguaditas" localizados en el sector oriental de la salina (Jujuy), fueron explotados a principios de este siglo por la Sociedad Belga Internacional de Bórax.

### Laguna Geschel

**"Santa María":** Amparadas por tres pertenencias que cubren 60 Ha a nombre de Carbosal Compañía Minera y registrada en el Padrón Minero por sulfato de sodio, se encuentra situada en la laguna en cuestión, a 4.575 m s.n.m., al SSO del cerro Rincón y a 2 km del límite con Chile; dista algo más de 60 km en dirección norte de la localidad de Tolar Grande, en el departamento Los Andes. Su acceso se realiza desde la ruta nacional n° 59, a unos 1.500 m al este de la localidad citada, por un camino que conduce a El Macón, siguiéndoselo unos 60 km hacia el N, en parte por el borde oriental del salar de Arizaro (sector septentrional).

La laguna se sitúa en una hondonada, con drenaje superficial centrípeto, de bordes de suave pendiente, con las mayores alturas y relieve más abrupto al E y lomas redondeadas al O. Geológicamente en la región afloran, según MENDEZ *et al.* (1979), rocas volcánicas de edad terciaria-cuaternaria representadas por andesitas cubiertas por tobas y tobas ignimbríticas, cuyo centro efusivo se ubica en el cerro Rincón; al Cuaternario pertenecen las rocas de composición basáltica, que abundan en el área, y los sedimentos sueltos recientes, de granulometría variable, que rellenan la cuenca.



El cuerpo de agua es alargado en dirección NNO-SSE en unos 1.500 m y de 400 m de ancho máximo en su parte norte; posee un contorno irregular y en su borde NE existe una zona de vertientes, que posiblemente sean las que aportan aguas con sales a la laguna. La misma se presentaba en el momento en que se la visitó, diciembre de 1980, aproximadamente en un 60 % cubierta por agua y/o zonas húmedas y muy blandas, especialmente en sus sectores oeste y sur; en estas últimas se observó un barro pardo-grisáceo a gris oscuro con cierto olor fétido, plástico, presentando hacia los bordes grietas de desecación y costras muy delgadas de cloruro de sodio cubiertas por eflorescencias de color blanco nieve, muy friables, posiblemente de carbonatos y sulfatos de sodio, que en parte son arrastrados por el viento. Los sectores más altos del fondo de la laguna aparecen formando montículos distribuidos en forma irregular sobre la superficie del agua, con alturas de 0,5 a 1,5 m; estos son los que muestran mayor cantidad de material útil, tanto como costras superficiales o como pequeñas lentes horizontales de pocos centímetros de espesor, que descansan sobre un material arcilloso amarillento a pardo amarillento con tonos verde claros, de laminación muy fina en ciertos sectores. La "coipa", nombre con que denominan los lugareños al material explotable, es sumamente friable hasta pulverulenta; su color es blanco níveo, aunque en algunos sectores lleva tonalidades verdoso-amarillentas dadas por las impurezas. En los montículos suele haber pequeñas depresiones cubiertas por una delgada capa de 1 a 2 mm, de sales con carbonatos de sodio muy friable y blanco y también costras de cloruro de sodio más duras.

A continuación se exponen los resultados analíticos dados por REVERBERI (1960) sobre muestras tomadas del sector NE, en porciento:

	1	2	3	4	5	6
CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>	11,66	11,66	11,66	14,84	10,60	1,06
CO <sub>3</sub> HNa	20,16	20,58	24,36	21,00	21,00	14,28
ClNa	17,55	29,25	18,89	25,15	40,36	14,03
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	12,17	13,03	7,48	10,10	8,39	3,89

Una muestra de agua tomada por los autores de este trabajo en el sector NE de la laguna (2/12/80), sobre 0,05 m de profundidad, arrojó los siguientes resultados en mg/l según el análisis realizado por el Laboratorio del Servicio Minero Nacional:

Cl <sup>-</sup>	1.300
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	149
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	82
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	1.597
Ca <sup>++</sup>	23
Mg <sup>++</sup>	14
K <sup>+</sup>	162
Na <sup>+</sup>	1.431
Res. seco	4.039

#### Combinaciones probables

(CO <sub>3</sub> H) <sub>2</sub> Ca	93
(CO <sub>3</sub> H) <sub>2</sub> Mg	84
(CO <sub>3</sub> HK)	415
(CO <sub>3</sub> HNa)	1.658
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	220
CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>	145
ClNa	2.143

Según el autor citado precedentemente, en la época de su estudio, existían tres sectores no cubiertos por

agua, a saber: el NE, NO y S que abarcaban 18,3 Ha de las 59,6 correspondientes a la laguna, sobre las que se encontraban eflorescencias salinas con espesores de alrededor de 0,06 m. La cubicación que realizó arrojó, en números redondos: 12.700 t de mineral probable para el sector NE; 3.700 t de mineral supuesto para el sector NO y 6.000 t de mineral supuesto para el sector S, con leyes medias de 10,24 % de CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub>; 20,23 % de CO<sub>3</sub>HNa; 24,37 % de ClNa y 9,17 % de SO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>.

Según REVERBERI (op. cit.), el sodio habría sido liberado por meteorización a partir de las vulcanitas del cerro Rincón y luego transportado hacia la cuenca; por otra parte el porcentaje de áreas con eflorescencias estaría directamente relacionado con factores climáticos, los que regulan el nivel de agua.

La empresa propietaria explota el yacimiento intermitentemente en forma manual, por medio de raspado de las superficies más ricas y por pequeños pozos y trincheras en los sectores de mayor espesor, con posterior selección a mano; éstos se ubican en varios de los montículos emergentes de la laguna, distribuidos irregularmente; el material es apilado en la periferia de la misma para su secado natural y luego enviado a la estación Tolar Grande (F.C.B.) para su posterior traslado a la ciudad de Salta. El ritmo de explotación, aunque decayó en los últimos años, variaba entre 150 y 250 t/año, las cuales eran consumidas principalmente por fundiciones de plomo; en diciembre de 1980 no se registraba ninguna actividad extractiva.

#### Salar del Río Grande

En esta cuenca salina, emplazada a unos 70 km al S de la estación Caipe (F.G.B.) y alrededor de 200 km en línea recta, al SO de la población de San Antonio de Los Cobres, departamento Los Andes, se localizan numerosos pedimentos mineros por sulfatos y cloruro de sodio, en gran parte a nombre de los señores Asensio y Menéndez Grau y el señor J. Incerti. Se llega hasta él a través de la ruta nacional n° 51 que desde San Antonio de Los Cobres conduce a Socompa, desviándose desde la estación Caipe hacia el Establecimiento La Casualidad por la ruta nacional n° 59 (tramo asfaltado), camino éste que bordea la cuenca en cuestión en su parte occidental.

Este salar ha sido estudiado por ALABA, en ANGELELLI y EZCURRA (1962), quien señala una superficie del cuerpo salino de 18.000 Ha con espesores de hasta 1,60 m, alcanzando las reservas el orden de los 41.000.000 t. La mineralización está representada por thenardita y mirabilita y se la explotaba, en la época del estudio a que se hizo referencia, en una superficie de 2.000 Ha con un rendimiento del 40 %.

#### Laguna Socompa

Se encuentra ubicada a unos 10 km de la estación Socompa (F.G.B.), en las cercanías del paraje conocido como Quebrada del Agua, departamento Los Andes, llegándose hasta ella desde la estación citada a través de la ruta nacional n° 51, hacia Caipe, que pasa a un centenar de metros de la laguna.

Este cuerpo de agua, de unos 2.000 m de extensión en sentido N-S por 1.500 m de ancho, muestra paredes abruptas al O, donde afloran basaltos andesíticos y



suaves al E, presentando un relleno cuartario, con bancos diatomíticos con carbonato de calcio y cenizas volcánicas.

El depósito, según PASCUAL y WELFINGER (1955), constituye una costra que ocupa la parte N y E de la laguna, cubriendo una superficie de alrededor de 70-80 Ha, con potencias estimadas superiores al metro.

El depósito está amparado por las pertenencias de las minas "La Porteña" y "La Salteña" a nombre del Sr. J. Uriburu y otro. Según datos de lugareños, fue motivo de explotación a fines de la década del cincuenta. En fecha más reciente se proyectó reiniciar la explotación del mineral mediante cosecha y también a partir del agua de la laguna, lo que aún no se concretó.

#### TUCUMAN

##### El Timbó

La industrialización de sal común en la provincia se remonta al año 1964 con el aprovechamiento de las napas subterráneas de la región del Timbó, en el departamento Burruyacú, en las inmediaciones de la población de Las Salinas, distante 20 km de la ciudad de San Miguel de Tucumán. El acceso desde la ciudad capital se realiza por la ruta provincial n° 305.

La zona se encuentra constituida geológicamente por depósitos terciarios integrados por areniscas de grano fino a mediano de color pardo-rojizo a gris verdoso, sedimentos arcillo-limosos pardo verdosos y materiales tobáceos; dentro de ese paquete sedimentario se localizan mantos irregulares y lentes de sal de roca, con espesores de decímetros hasta algunos metros. Según datos proporcionados por las perforaciones practicadas, las lentes salinas de mayor espesor (4-5 m) se localizan preferentemente entre los 42-50 m de profundidad.

Las aguas subterráneas, que incorporan las sales por lixiviado de los sedimentos terciarios, corren desde la zona de infiltración al noroeste en dirección sudeste, PEÑA (1970), circulación que es favorecida por las fracturas y alta porosidad que registran los materiales psamíticos.

En una superficie de aproximadamente 120 Ha, que se extiende a ambas márgenes del río Las Salinas y que cubren entre otras las minas "Astrid" e "Ingrid", existen 47 pozos de una profundidad que varía entre 50 y 100 m y algunos pocos hasta 250; de ellos sólo 10 se mantienen activos. Las perforaciones, con caños de 8 pulgadas y bombas sumergibles, producen individualmente caudales que oscilan entre 8.000 y 12.000 l/h, con una densidad de 1,18 a 1,20.

A continuación se exponen análisis de las salmueras de dos perforaciones, extraídas de la Dirección de Perforaciones de la Dirección General de Industria y Minería de la Provincia de Tucumán (Carpeta 192):

	Perforación n° 2 (filtración a 7,5 m)	Perforación n° 5 (filtración a 42,5 m)
Residuo seco	243,730 g/l	275,830 g/l
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> ...	0,460 "	0,244 "
Cl <sup>-</sup> .....	137,648 "	156,633 "
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> .....	12,012 "	12,616 "
Ca <sup>++</sup> .....	0,920 "	0,680 "
Mg <sup>++</sup> .....	1,552 "	1,617 "
Na <sup>+</sup> .....	91,108 "	103,772 "
K <sup>+</sup> .....	0,224 "	0,224 "

##### Combinaciones probables

(CO <sub>3</sub> H) <sub>2</sub> Mg	0,552 g/l	0,293 g/l
SO <sub>4</sub> Mg .....	7,225 "	7,759 "
SO <sub>4</sub> Ca .....	3,128 "	2,312 "
SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub> .....	0,400 "	0,445 "
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> .....	5,649 "	6,728 "
ClNa .....	226,926 "	258,226 "

El proceso de industrialización consiste en el agregado a las salmueras de sal cristalizada (proveniente de las salinas de Córdoba o de las Salinas Grandes de Jujuy), hasta alcanzar una concentración del orden de los 280 g/l de ClNa; luego se remite a otras piletas para introducir CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> a fin de eliminar impurezas; se evapora mediante evaporadores al vacío; se le incorpora I (iodo) y CO<sub>3</sub>Mg, pasando luego a los secadores, silos y finalmente, con equipos automáticos, se lo acondiciona en envases de 500 y 375 g, bajo la marca comercial "Celusal" y "Cerebos"; esta última contiene una proporción mayor de CO<sub>3</sub>Mg.

La empresa propietaria, Industrias Químicas y Mineras Timbó S.A., opera en el área desde el año 1965; anteriormente y desde el año 1944 lo hacía la firma Sal Alverdi. La producción actualmente (marzo de 1980) es del orden de las 100 t/d de sal fina, lo que hace un promedio de cerca de 3.000 t mensuales, que se destina a la industria alimenticia.

##### CUARZO, FELDESPATO Y MICA

La producción de cuarzo y mica, en particular, minerales localizados junto al feldespato en pegmatitas, y el primero de los nombrados además en yacimientos propios, no alcanzan guarismos significativos en la región del NOA, a pesar de los numerosos depósitos que registra este sector del territorio nacional.

Muy numerosa es la presencia de pegmatitas en ámbito de las Sierras Pampeanas, especialmente en diferentes sistemas orográficos de las provincias de Catamarca, La Rioja y Tucumán. Aparte de las pegmatitas cabe señalar como importantes los cuerpos de cuarzo sitos entre Mutquin y la quebrada de Sijan (departamento Pomán), en la vertiente occidental de la sierra de Ambato, provincia de Catamarca. Se trata de cuarzo triturado asociado a una hidromica, que constituye potentes filones y masas alojadas en granitos y esquistos cristalinos. Dichos cuerpos son los únicos que fueron y son explotados por cuarzo, con ritmo variable, en la región que nos ocupa.

Los depósitos pegmatíticos que se tratan en este trabajo, debido a que no es posible referirse a todos ellos dado su elevado número y en razón de que la mayoría se hallan inactivos, se circunscriben a los yacimientos visitados por los autores y los que, por sus características, se consideran de interés o que revelan eventualmente posibilidades económicas de explotación, información extraída de diversos estudios, entre otros, los de OLIVERI (1948); PORTO (1959); HERRERA (1964-1971); RICCI (1971); PEÑA (1974); JURADO MARRON (1978) y CIRCEO - UNIVERSIDAD DE TUCUMÁN (1980).

Las pegmatitas, que son productos de magmas residuales de rocas intrusivas de carácter ácido hasta básico, en la región en consideración se tratan de rocas diaquísticas relacionadas con magmas alcalinos, alojadas en casi su totalidad en metamorfitas (micacitas, gneises, esquistos biotíticos y otros similares). Los



emplazamientos, con contactos netos o graduados a difusos, son concordantes, semiconcordantes y discordantes con la roca huésped.

Normalmente se presenta con hábitos tabulares, lenticulares, ovoides y hasta globulares y en chimenea; orientados comunmente en dirección NNO-SSE, NE-SO, NNE-SSO, ONO-ESE. Su posición es muy variable, con predominio de los sub-horizontales hasta inclinaciones de 60-70°. El desarrollo de estos cuerpos oscila entre algunas decenas de metros hasta los 300 ("Payo Guaico", Catamarca), con potencias de 2-3 m a 10, 20, 30 y hasta 50 y más en algunos casos ("Jorge I y II", La Rioja). La relación espesor-longitud para aquellos depósitos de mayor relevancia puede establecerse entre 1:5 y 1:10.

En términos generales registran una estructura zonada (faldeo oriental de las sierras de Quilmes, Tucumán), con cuarzo dominante en su sector central, feldespato en las áreas marginales a aquel y mica (muscovita) preferentemente en el contacto con su roca encajante (zonas externa- -marginal). El cuarzo es blanco, blanco lechoso a grisáceo, en masas compactas de gran volumen; el feldespato potásico es mayormente el microclino, de color gris pardusco a rosado, que se dispone en las zonas intermedias del cuerpo, a veces también en la zona central junto al cuarzo constituyendo asociaciones pertíticas, se agrega en algunos cuerpos feldespato sódico (albita-oligoclasa); la mica lo hace en agregados hojosos de muy variados tamaños, encontrándose paquetes de hasta 0,50 m (Cerro Pichao, Tucumán). Además de los componentes esenciales las pegmatitas pueden ser portadoras de turmalina, granate, biotita, apatita, triplita, además de otros accesorios de interés económico tales como berilo, minerales de litio, casiterita, columbita, tantalita, wolframita, zircón y andalucita.

El feldespato, si bien puede afirmarse registra reservas considerables en el conjunto de las provincias de la región, dada la distancia de los yacimientos a los centros consumidores y a la intensa actividad extractiva en ese rubro que mantienen las provincias de Córdoba y San Luis no constituye, hasta el presente, un mineral con posibilidades de explotación económica, en virtud de ello, y a pesar de unos intentos recientes, los provincias del NOA no presentan producción.

El mercado del cuarzo muestra características similares al del feldespato, sin embargo dada las propiedades del mineral (cuarzo triturado) del área de Mutquin-Sijan (Catamarca), de fácil extracción y procesamiento, hace que mantenga una modesta producción que se destina preferentemente a la industria del vidrio.

En lo referente a la mica el aporte de la región que nos ocupa, al producido nacional fue de 152,5 t desde el año 1965 a 1979, frente a una producción de las restantes provincias de 28.365,2 en el período señalado, considerando las diversas calidades de ese material; figurando en primer lugar Catamarca con 109 t, seguida de Tucumán con 40; La Rioja sólo produjo, de acuerdo a la Estadística Minera de la Nación, 3,5 t en el año 1974; Salta también aportó muy modestos volúmenes (5 t) en el lapso 1947-1956.

La importancia y el valor de la mica dependen en gran parte del tamaño y de las propiedades físicas de las láminas, en especial de su flexibilidad, clivaje basal, transparencia, dureza y elasticidad, considerándose también ciertos defectos comunes, tales como

presencia de manchas, fisuras estrías, rajos, pegotes, etc. En cuanto al tamaño se las clasifica según grado y también en planchas (2 y 3) y semiplanchas (4 y 5); predominan en general, los de grado 6 sin cortar. Por *chala* se conocen las láminas de poco espesor y por *scrap* o broza los desperdicios de la mica al ser cortada y aquellos no aptos para ser cortados en láminas, por ejemplo la asociación tipo "cola de pescado". La producción de mica de buena calidad y buen tamaño es consumida como material aislante y en la industria electrónica, y aquella de menor calidad, o los desechos, en la elaboración de grasas lubricantes, revestimientos y como carga.

Catamarca se caracteriza por el aporte de mica rubí clara y semiclara, con buen tamaño, procedente de las pegmatitas situadas en las proximidades de la ciudad Capital, en el distrito Choya, y en los departamentos Ambato, Ancasti, Pomán y Andalgalá. La producción, que ha alcanzado un máximo en la década del cuarenta, ha decrecido sensiblemente de un tiempo a esta parte. Entre sus numerosas minas, caben citarse, además de las que se describen en el presente trabajo, las conocidas como "Virgen del Valle", "El Pichanal", "La Talqueña", "Tres Marías" y "La Esperanza".

Tucumán cuenta con depósitos de mica de buena aceptación en el mercado, en ambiente perteneciente a las sierras de Quilmes y en el faldeo occidental de las Cumbres Calchaquies, en el departamento Tafí. Se destacan los cuerpos pegmatíticos situados en las sierras citadas en primer término, preferentemente aquellos que se emplazan en distintos niveles de las laderas del Cerro Pichao.

La Rioja contiene diversas pegmatitas portadoras de cuarzo, feldespato y mica, que se hallan emplazadas preferentemente en las sierras de Velazco y de Mazan. Si bien existen estudios de carácter general, no son suficientes para establecer calidades y reservas en los diferentes materiales. Depósitos ubicados en Salta, en su región puneña, fueron motivo temporariamente de explotación en pequeña escala por mica, además de otros cuerpos localizados en el extremo septentrional de las sierras de Quilmes.

#### CATAMARCA

Acorde con el Padrón de Minas de esta provincia, en 1979 figuraban un total de 115 pedimentos entre minas vigentes, caducas, vacantes y pendientes de registro solicitadas por mica y distribuidas en los departamentos de Ambato, Ancasti, Andalgalá, Capital, Esquiú, La Paz, Pomán, Paclín y Antofagasta de la Sierra, estando localizadas en su mayor parte en los 5 departamentos citados en primer término. Las regiones en que se emplazan los principales depósitos corresponden al basamento cristalino, que está representado en un conjunto de cordones subparalelos, de rumbo NNO, y que se conocen como Ambato, Fariñango, Graciana y Ancasti, de oeste a este. Los mismos son representativos del ambiente de Sierras Pampeanas, siendo conformados por bloques limitados por fallas inversas y volcados hacia el este. El basamento está integrado por metamorfitas (esquistos cuarzosos, micacitas, gneises, filitas, etc.) e intrusivos ácidos, a los que se vinculan los cuerpos pegmatíticos, portadores de los minerales aquí tratados. Varios fueron los autores que



investigaron estos cuerpos filonianos; se citan entre ellos a KULL (1944); OLIVERI (1948); HERRERA (1964); GONZALEZ BONORINO (1978) y JURADO MARRON (1978-d).

Las pegmatitas son, en general, de dimensiones relativamente reducidas, frecuentemente tabulares, de zonalidad débil a manifiesta, concordantes a discordantes respecto a la foliación de la roca de caja (esquisto inyectado-migmatita) y compuestas por feldespatos potásico, cuarzo, plagioclasa sódica, muscovita y biotita, acompañados por turmalina, berilo, granate y apatita, estas dos últimas especies en mucho menor proporción. De los minerales anteriormente enunciados ha sido la muscovita la que fue explotada por su calidad, por ser del tipo claro y sin manchas.

HERRERA (op. cit.) divide a las pegmatitas de Catamarca en dos grupos: occidental y oriental, caracterizándolas de la siguiente manera:

*Occidental:* Sierras de Ambato, Humaya, Fariñango y Graciana. Tabulares. Potencias promedio 2-7 m. Longitudes máximas 100-150 m. Rumbo NNE o NNO, con inclinaciones de 60° hasta casi horizontales. Discordantes. Zonadas, con zona externa rica en plagioclasa. Productoras de muscovita.

*Oriental:* Sierra de Ancasti o El Alto. Tabulares. Potencia promedio 6-9 m. Longitudes superiores a 150 m. Rumbo NNO a NNE, inclinaciones mayores de 70°. Zonadas, casi sin plagioclasa libre y ricas en berilo.

La muscovita fue intensamente explotada en la década del cuarenta; con posterioridad su ritmo de producción decayó sensiblemente. Según la Estadística Minera de la República Argentina, la producción total de esta provincia fue del orden de las 530 t para el período 1943-1979, correspondiéndole al período 1943-49 unas 230 t. En el último quinquenio sólo se registraron 400 kg de mica cortada, chala y punch y 1.100 de broza-scrap para 1975, y 90 t de broza-scrap en 1978.

#### *Departamentos Capital, Esquiú y Ambato*

En los comienzos la actividad extractiva se concentró en el departamento Capital (distrito Choya) para luego extenderse a los departamentos Ambato y Esquiú, fundamentalmente. Los cuerpos pegmatíticos se localizan en las sierras de El Tala, Graciana, Fariñango y Humaya.

Según GONZALEZ BONORINO (op. cit.) estos filones han sido intensamente trabajados, observándose actualmente porcentajes moderados de mica de buena calidad, ya que la muscovita, en su mayor parte, muestra imperfecciones de crecimiento y otros defectos, provocados por el tectonismo actuante.

*Sierra El Tala:* En la sierra homónima y del Colorado, situadas en las adyacencias de la ruta provincial nº 4, camino hacia Rodeo, se emplazan varias pegmatitas portadoras de mica; registradas como "Exito", "La Encrucijada", "Rubimica", "Sol de Mayo", "La Portañita", "Choya", "Elsa" y otras.

Según KULL (op. cit.) se trata de mica tipo rubí, clara-semiclara y semimanchada, que se dispone en láminas a modo de nidos irregulares dentro de la masa cuarzosa.

*"Exito":* Se localiza en la margen derecha de la quebrada que termina al NO de La Aguada. Constituye un filón discordante con respecto al esquisto en el que se aloja; es tabular, de posición subhorizontal, con un espesor promedio de 2 m y se diferencian las siguientes zonas:

- Externa (10 a 40 cm de espesor, integrada por pertita, cuarzo, plagioclasa, muscovita y biotita. La muscovita en láminas de 2-3 cm, dispuestas perpendicularmente a la pared).
- Intermedia (de grano más grueso y de composición similar a la zona anterior. La mica se concentra en el sector más externo, en forma transversal, en láminas de 30-40 cm; la muscovita se presenta además tipo "cola de pescado").
- Núcleo (lente irregular, discontinua y compuesta fundamentalmente por cuarzo).

*"Rubimica":* Al norte de la anterior, conforma un cuerpo tabular, subhorizontal, hasta 12° al SO de espesor variable 1-3 m, de estructura zonada y composición similar a la descrita precedentemente. La muscovita se observa en las zonas intermedia ("espadas" de 2 m de largo y potencia reducida) y marginal ("librillos" de pocos cms).

*Sierra de Graciana:* Este cordón se sitúa en el departamento Ambato, al este-noreste de la población de La Puerta, y en él se localiza otro distrito micacífero. Este se ubica a unos 40-45 km al N de la ciudad de Catamarca, en la falda occidental de la citada sierra, a una altura media de 1.250 m s.n.m. Para alcanzar esa zona se utiliza la ruta provincial nº 1 hasta La Puerta y luego se toman diversos caminos secundarios para arribar a los yacimientos.

De las minas de este sector, las más conocidas son:

*"Selva":* Se trata de un dique vertical de rumbo NNO, de forma irregular y zonalidad moderada. Se practicaron distintas labores superficiales y subterráneas en el mismo (trincheras, socavones de hasta 60 m de longitud, etc.), para reconocer y extraer la muscovita, tipo semiclara-semimanchada, que se distribuye en el contacto oeste del cuerpo con la roca de caja.

*"Adelaida":* Se emplaza cerca de la cumbre y está constituida por una serie de cuerpos irregulares, con espesamientos y estrechamientos. De moderada inclinación, de 10 a 12° al SE, y de zonalidad visible, integrada por cuarzo, pertita, muscovita, feldespatos y turmalina. Se realizaron 15 galerías dirigidas de este a oeste, alcanzando la principal 55 metros.

En el paraje de Huaycama se encuentra la mina "El Porvenir", constituida por un filón de rumbo N 20° E donde la muscovita se dispone próxima al contacto con el gneis que hace de roca de caja.

*Sierra de Fariñango:* En el extremo austral de la sierra y en su sector oriental, aproximadamente 10 km al NO de la localidad de San José (departamento Esquiú), se hallan la mina "Payo Guaico" y otras.

*"Payo Guaico":* Pegmatita tabular de posición vertical, concordante, de 300 m de largo y 14 de espesor medio. La mica se dispone en la zona externa, occidental. Existen distintas labores en los sectores norte y oeste del cuerpo.

Al norte de la anterior, se localizan los yacimientos "Bety" y "Los Nichos".

*Sierra de Humaya:* En el departamento Ambato, al



oeste-sudoeste de la población de Los Varelas, se ubica un conjunto de pegmatitas portadoras de mica que se conoce como Grupo Humaya-Las Pampitas.

Según JURADO MARRÓN (op. cit.) estos filones ácidos muestran forma tabular a lenticular, siendo su arrumbamiento N-S, su longitud de pocos metros hasta 100 y su espesor de 0,5 a 12 m; en general observan una marcada zonalidad textural y composicional.

Se diferencian en el área tres tipos de pegmatitas: homogéneas o estériles, cuarzosas y feldespáticas; las últimas son las más explotadas por mica. Las estériles y cuarzosas son subverticales; en las segundas la mus-

covita se dispone en camadas o bolsones, alcanzando el mayor tamaño en la zona intermedia, mientras que las feldespáticas son de menor longitud, subhorizontal y no registran una zonación tan manifiesta, presentándose la mica en láminas de hasta 60 cm de largo. La muscovita es de la variedad semiclara-semimanchada.

El autor arriba citado reconoce los siguientes subgrupos:

- 1) Puesto Ortiz - Morro Blanco
  - 2) Puesto Los Sauces - Los Mogotes
  - 3) Puesto La Laguna - Los Asperos
- caracterizándolos de la siguiente forma:

Subgr.	Nº cuerp.	Tipo peg.	Rumbo	Inclin.	Long. (m)	Esp. (m)	Distr. mica (°) (%)
1	25 en 0,3 km <sup>2</sup>	cuarz. feld.	N 10° O N 20° E	45° E u O	30	3-4	15
2	75 en 15 km <sup>2</sup>	cuarz. feld.	NO-SE	—	8 a 100	0,5-10	15-25
3	20 en 10 km <sup>2</sup>	cuarz.	N-S	subv. al O	3 a 30	0,3-4	—

(°): Distribución de mica respecto al volumen total de pegmatita.

#### Departamentos Ancasti y El Alto

**Sierra de Ancasti:** En esta sierra existen numerosos denuncios de cuerpos pegmatíticos portadores de mica-berilo, berilo y litio. Este último elemento se presenta en los filones situados al NO de Vilismán, departamento El Alto y registrados en el Padrón de Minas como "La Culpable", "La Perla", "La Herrumbra", etc. De acuerdo a HERRERA (op. cit.), las pegmatitas de la sierra homónima o de El Alto contienen berilo económicamente aprovechable, siendo pobres en mica.

#### Departamento Andalgalá

**Andalgalá:** al este-sudeste de la localidad homónima se encuentran varios filones pegmatíticos portadores de mica, que fueron descriptos por OLIVERI (op. cit.); ellos son:

**Espinillo:** Este yacimiento de mica se halla ubicado sobre la ladera oriental de la sierra de Alto Grande, 16 km en línea recta al este de la localidad de Andalgalá, en el departamento homónimo, a 2.200 m s.n.m. Dista por caminos 12 km del lugar denominado Agua de las Palomas, que se sitúa sobre la ruta nacional n° 62, a 36 km de Andalgalá. Se emplaza en un ambiente de montañas en bloque.

En la zona se observan diversas pegmatitas intruídas en esquistos biotíticos cuarzosos profusamente inyectados por material ígneo ácido; además afloran sedimentitas terciarias y cuaternarias.

El cuerpo pegmatítico principal, discordante con la foliación de los esquistos, presenta un desarrollo de 95 a 100 m y un ancho promedio de 7 a 8; su rumbo varía de N 84° O a N 50° O y su inclinación entre 53-77° hasta la vertical a medida que se profundiza.

Dicha pegmatita está constituida por cuarzo, feldespato potásico y muscovita, como minerales esenciales, acompañados, en escasa proporción, por turmalina, cristales aislados de apatita y plagioclasa ácida. El cuarzo se presenta en masas puras de color blanco lechoso a

translúcido, sin ocupar una zona determinada y se alterna con microlino rosado claro-rojizo. La mica se dispone en "bolsillos" de 3 a 4 m de diámetro tanto en el cuarzo como en el feldespato; en esos bolsillos las láminas de muscovita forman paquetes que se entrecruzan en todas direcciones; la mica de contorno hexagonal hasta irregular, presenta imperfecciones (estrías formando ángulos de 60-120°, rajaduras paralelas, etc.) que se deben a la actividad tectónica imperante en el área.

Según OLIVERI (1948), se trata de mica tipo rubí, semimanchada, que proporcionó láminas de grado 5 y 6 y a veces también 3 y 2; posee cartón muy duro y no mucha flexibilidad.

Este depósito ha sido intensamente explotado mediante varias labores subterráneas (4 galerías) y algunos escarpes en el sector NE del cuerpo, según consigna el informe citado precedentemente. El yacimiento se encuentra paralizado desde hace varios años de acuerdo a lo que se desprende de la Estadística Minera de la República Argentina.

**Zapallar:** Se halla situado en las primeras estribaciones montañosas que bordean el Campo de Pucará, 27 km en línea recta al SE de Andalgalá, en el departamento del mismo nombre y a una altura aproximada de 2.000 m s.n.m. Dista 18 km al SSE de Agua de las Palomas; se accede a través del Campo de Pucará hasta Zapallar, para luego seguir una quebrada por 600 m hasta el yacimiento.

Se trata de diversas pegmatitas que afloran en esquistos cuarzo-micáceos; el cuerpo principal aflora en una extensión de 95 m, sin presentar forma definida, de rumbo N 18-26° O y buzamiento que varía entre 30-40° ENE. La mineralización consiste en cuarzo, microclino, muscovita, aparte de turmalina, apatita y granate en cristales chicos o en nidos formados cerca del contacto con la roca de caja. El cuarzo y feldespato se hallan juntos originando texturas de intercrecimiento. Participa, además, biotita alterada en vermiculita.



Los paquetes de muscovita se presentan incluidos en el cuarzo y feldespato, aumentando su proporción en las zonas de contacto con los esquistos. La mica de este depósito observa menos imperfecciones que la del Espinillo; es del tipo rubí, semimanchada en su mayor parte, pero también clara y semiclara, de grado 5 y 6 fundamentalmente y cartón duro. Estas pegmatitas, como las descritas anteriormente, están relacionadas con intrusiones graníticas abundantes en la región, según OLIVERI (1948). Se evidencian varios socavones en distintos sectores, en mayor número en el extremo SSE. Se halla paralizada desde hace dos décadas, careciéndose de datos acerca del volumen total producido.

Otro sector de la provincia donde fue explotada la mica es el de Los Morteros, a 10 km al SE de la población de Fiambalá, sobre la falda occidental de la sierra del mismo nombre, donde existen varias pegmatitas como "Santo Domingo", por ejemplo.

#### *Distrito Mutquín-Siján*

Sobre la ladera occidental de la sierra de Ambato o El Manchao, desde las cercanías de la localidad de Mutquín por el sur, hasta la de Michango por el norte, a una distancia de 17 y 13 km al ESE y E de la población de Siján, respectivamente, en el distrito Mutquín, departamento Pomán, se localizan una serie de depósitos declarados por cuarzo, caolín o ambos, de donde se registra la mayor producción del primero de esos minerales en el ámbito provincial.

El acceso a estos depósitos se realiza por la ruta nacional nº 62, hasta la altura de la estación Siján (Km 960 del FGB), luego mediante un desvío hacia el este se alcanza la localidad del mismo nombre, de donde parte un camino hacia el ESE hasta Mutquín, distante unos 15 km; de allí los yacimientos se sitúan a 2 km al E. Desde Siján se llega a los yacimientos de cerro Blanco por un camino minero que también conduce a Michango, en cuyas inmediaciones se hallan algunos depósitos.

En particular, estos depósitos han sido tratados por BEDER (1922), ANGELELLI y TRELLES (1937), entre los primeros, seguidos posteriormente por SCROSSO (1947), varios informes técnicos realizados por personal de la entonces Dirección Nacional de Minería, BENVENUTI (1947), quien además describe la geología de la sierra de Ambato y, por último, GONZÁLEZ BONORINO (1952) que se refiere a todos los yacimientos del área.

Seguendo a GONZÁLEZ BONORINO (1978), las unidades geológicas presentes en la región son: metamorfitas, representadas por filitas, lajas y de grano fino, de rumbo meridional a NNO, e inclinaciones que van de 25-40° al ENE en la zona de Michango a 75-80° O en la del río Siján; hacia el sur, en el área de Mutquín, son esquistos cuarzo-micáceos, en parte inyectados, de rumbo NNO-SSE y fuerte inclinación hacia el este; estas rocas son intruidas por cuerpos graníticos entre los que se destaca el "stock" post-tectónico de El Manchao, representado por un granito de dos micas, algo porfiroideo, de coloración gris clara a gris rosada o rojiza; ambas unidades pertenecen al Precámbrico. Cortando a las rocas descritas se presenta el denominado Cuerpo Cuarzoso Hidrotermal de Mutquín-Cerro Blanco, de rumbo entre N y NNO, de 10 km de largo y 1.500 m de ancho visible en su parte

media; muestra una variación composicional desde sus extremos a su parte central; en los primeros es de coloración blanquecina a amarillenta-verdosa y hasta rojiza y se caracterizan por la presencia de cuarzo, acompañado por muscovita y feldespatos alterados en una matrix de grano fino, color blanquecina, muy deleznable y con abundantes manchas ferruginosas; en el sector central del cuerpo (área cerro Blanco) el material es más blanquecino, compuesto por cuarzo, en neto predominio, en fragmentos de 1-3 y hasta 15-20 cm, muy fracturados internamente, en una masa de cuarzo de grano fino muy friable; esto coincide con las cajas del cuerpo ya que estas son de esquistos en sus extremos y granítica en el centro; una de las características del cuerpo es que se presenta muy deleznable y frágil, sobre todo en los primeros sectores descriptos.

Completan el panorama potentes fanglomerados aterrazados pleistocénicos, los cuales por rejuvenecimiento del paisaje son cortados por profundas gargantas, en donde (río Siján) se los observa apoyados irregular y discordantemente sobre el cuerpo de cuarzo.

Estructuralmente la sierra de Ambato representa un bloque volcado al E, a cuyo pie occidental se ubica una falla regional de rumbo N-S, además de fallas menores de igual dirección en las partes altas de la sierra. Se describen por otro lado "zonas de deformación sisante", de rumbo meridional, representadas por milonitas de aspecto pizarroso, visible en la zona de Michango.

Los depósitos que se consideran se emplazan sobre el extenso cuerpo *cuarzoso hidrotermal*, formando parte de él, en una faja de 7 km de largo en el sentido del rumbo y en un ancho máximo de 1.500 m en su sector central. Están amparados por 41 pertenencias mineras, que corresponden a las siguientes propiedades, de sur a norte: Sector Mutquín: "María Arsenita" y "San Alfredo"; Sector Apuyaco-Cerro Blanco: "Santa Teresa", "Santa Elena", "Ricardo Enrique", "Quijohuasi", "La Victoria" y "La Esperanza"; Sector Michango: "Don Luis" y "Doña Cecilia". El componente mineral principal de los materiales trabajados, conocidos con el nombre de "Quijo" por los lugareños, es el cuarzo, acompañado por albita, algo de feldespato potásico, sericita e hidromicas; el caolín, objeto en algunos sectores de intentos de explotación, fue detectado en proporciones variables por los distintos autores que han estudiado estos depósitos. Conforme a los datos de la Estadística Minera de la República Argentina, el área registra producción de cuarzo desde la década del 40, mayormente de la mina "La Esperanza", a un ritmo anual promedio por quinquenio, en toneladas: 1945/49: 1.900; 1950/54: 696; 1955/59: 2.668; 1960/64: 5.477; 1965/69: 4.097; 1970/74: 716; 1975/79: 1.316. La misma fuente señala además una producción de casi 27.000 t de caolín entre los años 1943 y 1979. En marzo de 1980, época en que se visitó el área, la única mina en actividad era "Quijohuasi".

#### *Cerro Blanco*

"Quijohuasi": Esta propiedad, declarada por cuarzo-caolín y amparada por 6 pertenencias a nombre del Sr. Armando F. Zavaleta, se ubica a 13 km al E de la localidad de Siján, de donde se alcanza por un camino secundario en regulares condiciones.



El relieve del área está representado por lomadas y cerros de faldeos suaves, ubicándose el yacimiento en una amplia quebrada, situada a 200 m al S de la del río Siján; en la misma se observa una cubierta, con incremento de su espesor hacia el oeste, de material limo-arenoso con clastos de rocas cristalinas; el cuerpo cuarzoso aflora, en forma saltuaria, en unos 60 m en la ladera sur de la quebrada registrando en su parte central un pequeño morro de 40 m de realce.

El material silíceo se lo observa en nódulos y venas irregulares con una fuerte fracturación, por donde se rompen al ser golpeados, rodeados por una masa pulverulenta, cuarzosa, blanquecina con leves tonalidades verdosas, denominados comercialmente como primera categoría (muestra 19), con sectores de coloraciones verdosas y rosadas dadas por impurezas arcillosas, denominado de segunda (muestra 26); todo el conjunto es poco compacto.

Se exponen a continuación los resultados obtenidos por el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, del análisis de dos muestras tomadas de distintos sectores del frente de explotación por los autores de este trabajo, en por ciento:

	Muestra 19	Muestra 26
SiO <sub>2</sub> .....	97,63	86,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	6,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,60	2,00
CaO .....	—	0,30
MgO .....	—	0,20
Na <sub>2</sub> O .....	0,15	0,25
K <sub>2</sub> O .....	0,30	2,50
Pérd. por calc. ...	0,50	1,82

Los fragmentos mayores son de cuarzo, y la composición mineralógica (difractometría de rayos X) de la fracción menor de 62 micrones de la muestra 19, está integrada por cuarzo muy abundante, con impurezas de illita, feldespatos y montmorillonita; para la muestra 26 el cuarzo abunda y está acompañado por illita, sericita, algo de caolinita y escasos feldespatos.

JURADO MARRÓN (1978-c), indica que el material está compuesto por cuarzo con una fracción arcillosa menor al 10 %, y realiza un cálculo expeditivo de reservas que arroja 2.500.000 toneladas.

Se trabaja en un corte alargado en el sentido de la quebrada, con mayor énfasis en un frente de 20 m de largo, 4 a 8 de avance hacia el S y una altura de 20 desde el nivel de la quebrada; en el momento de la visita se procedía a trabajos de destape y limpieza en la parte alta del frente elevándolo en 5-6 m más, así como en unos 40 m hacia el oeste de la labor descripta.

La mina, que opera desde mediados de 1977, era trabajada en marzo de 1980 por el Sr. Carlos Crisel, a un ritmo que en ciertas épocas llegaba a un promedio de 600 t/mes. El material era procesado en una planta de molienda sita en las proximidades de la estación Siján.

"La Esperanza": De 3 pertenencias a nombre de Minera Siján S.R.L., declaradas por cuarzo-caolín, se ubica a unos 12 km al E de la localidad de Siján y a unos 250 m al N de la mina "Quijohuasi".

Topográficamente se define la zona como un rejuvenecimiento del cauce del río Siján, que provoca altos paredones donde, en el del sur, más abrupto, se ubican las labores; debido a ello puede observarse el cuerpo cuarzoso, según GONZÁLEZ BONORINO (1952), en una

distancia de 650 m, desde el contacto con el "stock" El Manchao por el E hasta que desaparece bajo el fan-glomerado por el oeste. Frente al campamento, en la barranca, el cuerpo cuarzoso tiene unos 70 m de altura, desarrollándose sobre éste el laboreo principal de dirección E-O en una longitud superior a los 100 m, donde existen varios frentes abandonados de arranque; el material que se explotaba tiene características muy similares al de la mina "Quijohuasi".

Posee un campamento y una importante planta de molienda en la que se seleccionaban: Granulado 6 (menor de 4 mm), Granulado 10-12 (menor de 2 mm), Granulado 20 (menos de 1,2 mm), Polvo Fino CAO R y Polvo muy fino CAO-F. Según GONZÁLEZ BONORINO (1952) el material sufría una primera clasificación en labores, separándose el descarte, mayor de 25 mm, otro de 12 a 4 mm que era enviado directamente a los centros de consumo y el menor de 4 mm que era procesado en planta.

Los resultados analíticos de dos muestras de distintas granulometrías, de materiales obtenidos en planta, arrojan los siguientes resultados:

	CaO - F (°)	Gran. 10-12 (°°)
SiO <sub>2</sub> .....	77,00	95,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,90	0,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	1,40
MgO .....	0,12	—
CaO .....	0,60	0,60
Na <sub>2</sub> O .....	0,13	0,18
K <sub>2</sub> O .....	1,83	0,60
Pérd. por calc. ...	4,42	0,73

(°): De GONZÁLEZ BONORINO (1952).

(°°): Tomada por los autores de este trabajo y analizada en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional.

Según el autor mencionado, la composición mineralógica de la fracción Cao-F es: 59 % de cuarzo, 25 % de sericita e hidromica y 16 % de caolinita. El material de granulometría inferior a 62 micrones separado del Granulado 10-12, estudiado por difractogramas de Rayos X, acusa cuarzo abundante con cantidades apreciables de illita, sericita y caolinita.

Todos los trabajos en esta mina, así como las instalaciones, según habitantes de la zona, se encuentran paralizados y abandonados desde principios de 1978.

### Mutquín

Comprende las minas "María Arsenita", de 5 pertenencias y "San Alfredo" de 4, ambas declaradas por caolín a nombre de la firma SAYMA S.A.M.C.I.F. Se ubican en las cercanías de la localidad de Mutquín la primera y unos 2.000 m la segunda, separadas ambas por el cauce temporario del arroyo El Abra.

El material que compone el depósito se lo observa en superficie, muy deleznable, de coloración blanquecina, en partes rojiza, a veces bandeado, compuesto por cuarzo muy fracturado y plagioclasa blanca-grisácea alterada, en fragmentos de 2-5 a 10 cm, envueltos en una masa pulverulenta blanca a rosada con abundantes manchas ferruginosas; está cortado por fracturas rellenas con material rojizo a amarillento de grano muy fino y plástico.

Una muestra común tomada por nosotros en la entrada del socavón B de GONZÁLEZ BONORINO, arrojó los siguientes valores analíticos:



## Muestra 25

SiO <sub>2</sub> .....	72,10 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14,35 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,00 %
MgO .....	1,33 %
CaO .....	—
Na <sub>2</sub> O .....	3,60 %
K <sub>2</sub> O .....	3,80 %
Pérd. a 900°C .....	3,15 %

Mineralógicamente la fracción de 62 micrones de esta muestra, registra abundante cuarzo y feldespatos, además de illita y sericita, escasa montmorillonita y caolinita (difracción de Rayos X).

La mina "San Alfredo" es la de mayor importancia por el número y envergadura de labores, las cuales según el autor anteriormente citado totalizan 135 m de rajas o trincheras y 165 m de socavones, todos inaccesibles en el momento de la visita.

A unos 500 m al oeste de los laboreos se levanta una planta de tratamiento que cuenta con trituradoras, molinos, piletas de lavado y un laboratorio químico, no completamente montada y al igual que la mina, abandonada desde hace tiempo.

## Michango

Cercanas a esta localidad se ubican las minas "Doña Cecilia" de 3 pertenencias y "Don Luis" de 6 declaradas por cuarzo, denunciada por el Sr. Carlos Dalla Lasta.

El cuerpo cuarzoso forma, en un ambiente de filitas grisáceas y esquistos micáceos, una serie de morros blanquecinos que se extienden en algo más de 1.500 m en dirección N-S, a lo largo de los cuales existen varios trabajos de exploración.

En la porción septentrional existe una labor que fue objeto de explotación; en la misma el material está representado en su parte superior por fragmentos de cuarzo blanco a grisáceo, fracturados, en una masa deleznable de grano muy fino blanca a verdosa clara; hacia abajo el conjunto adquiere coloraciones más fuertes ya que el mineral de grano fino muestra coloraciones verde-amarillentas, rosadas y pardo rojizas, provocadas por impurezas, sobre todo de óxidos e hidróxidos de hierro. Los análisis de muestras tomadas en distintos puntos del frente, registran los siguientes contenidos, en por ciento:

	Muestra 21 (material blanquecino)	Muestra 27 (material manchado)
SiO <sub>2</sub> .....	92,30	81,30
AlO <sub>3</sub> .....	3,20	8,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,80	4,00
CaO .....	—	0,60
MgO .....	0,44	0,20
Na <sub>2</sub> O .....	0,18	0,20
K <sub>2</sub> O .....	1,10	3,00
Pérd. a 900°C .....	1,10	2,38

La fracción menor de 62 micrones, separada de estas muestras, contiene cuarzo en gran proporción, illita, sericita y escasa caolinita y feldespatos.

La labor, explotada hasta 1977, tiene forma irregular, de 10 m de ancho, 10-15 de avance hacia el S y una altura superior a los 20 m, con dos desniveles. GONZÁLEZ BONORINO (1952) cita otra cantera y una galería de 17 m situada en el sector austral de la corrida.

## LA RIOJA

Esta provincia cuenta con varios depósitos pegmatíticos que contienen los minerales en cuestión, así como también cuerpos de cuarzo hidrotermal; se emplazan en el basamento cristalino, preferentemente en la Sierra de Velazco los primeros, y en la de Mazán los segundos. Según el Padrón Minero de 1978, existen más de 60 denuncios de estas concentraciones, declarados por berilo, mica y columbita-tantalita, principalmente, superando el 85 % los que se ubican en los departamentos Capital, Sanagasta y Castro Barros.

Estos cuerpos no han sido objeto de explotación por minerales no metalíferos (salvo un caso) y sólo en contadas ocasiones por metalíferos; los laboreos realizados han sido motivados, en la mayoría de los casos, para estudio de los segundos. En relación a los minerales no metalíferos, de acuerdo a la Estadística Minera de la República Argentina, en el año 1974 se registró únicamente 3,5 t de mica cortada, chala y punch, procedentes principalmente de la mina "Difunta Correa" (departamento Capital).

La Dirección Provincial de Minería ha encarado un plan de prospección y estudio de estos cuerpos, por un lado para la ubicación de concentraciones berilíferas (RICCI, 1971) y también para la localización de materias primas que permitan abastecer una fábrica de envases de vidrio que presuntamente se instalaría en la zona de Mazán (VERGARA, 1974). Numerosas pegmatitas han sido investigadas asimismo por HERRERA (1971), quien describe su estructura, mineralogía y se refiere a su génesis.

Las principales zonas donde se localizan estos yacimientos son la de la sierra de Velazco, especialmente en el área denominada Bolsón de Huaco (departamento Sanagasta); en las sierras de Mazán y de Ambato (departamentos Arauco y Capital); al oeste de la localidad de Villa Castelli, en el cerro Aspercico (departamento General Lamadrid) y algunas manifestaciones que se conocen en la sierra Brava (departamento Capital); el ambiente geológico donde se emplazan, en general corresponde a un complejo migmatítico-granítico (F. Paimán y F. Antinaco) en las dos primeras y en la última zona, y esquistos micáceos (F. Espinal) en la de Villa Castelli, unidades estas asignadas al Precámbrico por la mayoría de los autores.

## Bolsón de Huaco

Esta región, considerada una de las principales por Ricci (op. cit.), situada al NNO de la capital provincial, comprende los cordones orientales y occidentales así como el valle intermedio de las sierras de Velazco. Se encuentra ubicada entre las localidades de Villa Bustos (Sanagasta) por el S y Aminga por el N, unos 50 km en sentido meridional y atravesada en esa misma dirección por la ruta provincial nº 75.

En ella, el autor mencionado señala 4 distritos, a saber: Huaco, La Pampa Dura, Las Peñas y Sanagasta, en los cuales se han examinado 43 pegmatitas, seleccionándose 18 para su descripción. Son cuerpos alargados, de forma tabular, con bordes irregulares, a veces con angostamientos; algunos suelen presentar forma globular o de chimenea. Los rumbos predominantes son ONO y NO, aunque no faltan los NE, con inclinaciones cercanas a la vertical, con excep-



ción de 7° SO ("Huaco I"). Los espesores más comunes oscilan entre 8 y 25 m y sus corridas entre 30 y 80 alcanzando algunas, con intermitencias, los 200 m ("La Remo").

Su relación con la roca de caja, un granito migmatítico porfiroide de color rosado, es más bien difusa, presentando una zona de contacto más que una línea.

Son cuerpos heterogéneos que muestran en general una zona marginal, de entre 0,1 y 1 m de potencia, de grano fino a muy fino, compuesta por cuarzo, plagioclasa, microclino y muscovita; la zona externa, en muchos casos incluida en la anterior, tiene la misma composición mineralógica pero mayor granulometría; la zona intermedia, puede alcanzar los 9 m de espesor, con cuarzo y microclino como minerales predominantes (a veces en cristales gigantes), además de plagioclasa y muscovita. El núcleo, por lo general, está compuesto por cuarzo hialino y lechoso, aunque algunos cuerpos pueden presentar entre 60 y 80 % de microclino y también reemplazos albiticos; esta última zona no ha sido siempre reconocida dado la escasez de labores. Los principales minerales accesorios son: berilo, columbita-tantalita, wolframita, turmalina, biotita, espodumeno, apatita, triplita y zircón, siendo el más conspicuo el primero de ellos que aparece preferentemente en las partes internas de la zona intermedia.

#### Sierras de Mazán y Ambato

Al NE de esta provincia, en el distrito Mazán, cercanos a la villa homónima, departamentos Arauco y Capital, fueron estudiados una serie de cuerpos pegmatíticos e hidrotermales, portadores de cuarzo y feldespato y de cuarzo, respectivamente (VERGARA, op. cit.) a los efectos de proveer eventualmente materiales para una fábrica de envases de vidrio que se proyectaba instalar en Villa Mazán. Los depósitos se distribuyen en ambas laderas de la sierra de Mazán, en la sierra de La Angostura y en el faldeo occidental de la de Ambato.

Las pegmatitas se emplazan preferentemente en rocas graníticas de la F. Paimán, siendo las de mayor importancia las zonadas ("La Dichosa", "Sierra de Ambato nº 1, 2 y 3") y las llamadas de "transición", que presentan solamente dos zonas ("Sierra de La Angostura nº 1, 2 y 3"). También se reconocen pegmatitas homogéneas, en las cuales el feldespato suele concentrarse en mayor grado en los bordes de los cuerpos ("Aurora" y "Sierra de Mazán nº 3").

Las primeras están controladas estructuralmente por fracturas submeridionales a NO-SE, buzantes hacia el O entre 30 y 60°; su forma es normalmente ovalada y hasta circular en planta y acusan espesores de 12 a 18 m y 20 a más de 40 m de largo. En la zona marginal se observa, en algunas, agregados radiales de andalucita; además hasta la zona externa suele haber muscovita, turmalina, triplita, etc. La zona intermedia, por lo general, está constituida por microclino perítico y cuarzo, llegando el primero a alcanzar un 80 % del volumen; el núcleo es de cuarzo lechoso. Entre estas dos últimas zonas se reconoció en "Sierra de Ambato nº 3" masas lenticulares de triplita de hasta 2 m de longitud.

Los otros dos tipos de pegmatitas mencionados poseen formas ovales y hasta globosas, longitudes de 20 a 40 m y anchos de 10 a 18 m.

Los cuerpos hidrotermales de cuarzo se localizan en

la denominada F. Mazán, en la sierra de ese nombre, compuesta por granitos de dos micas de grano fino. El cuarzo, lechoso y comunmente manchado por óxidos e hidróxidos de hierro, suele contener en algunos casos pequeñas proporciones de casiterita, wolframita, pirita y arsenopirita. Por lo general son depósitos tabulares de estructura masiva con corridas de hasta 100 m de largo y potencias de 0,5 a 3 m, de rumbo e inclinación variable. La roca de caja se muestra greisenizada.

La estimación de reservas realizada por VERGARA (op. cit.), para toda el área, arroja 1.432.669 t de cuarzo y 74.728 t de feldespato, de calidades diversas.

#### Cerro Asperecito

Las minas "Jorge I y II" se localizan en el paraje conocido como el Rincón de la Peña Rosada, en la porción sur del Cerro Asperecito, distrito Villa Castelli, departamento Lamadrid. Dista unos 9 km al NO de Villa Castelli y se llega desde esta localidad por el camino que conduce a El Condado y Las Parecitas.

El cuerpo pegmatítico aflora en un ambiente de esquistos micáceos migmatizados y en parte milonitizados, anfibolitas y gneises anfibólicos, conjunto que registra un rumbo general NNO-SSE y buzamientos de 80° hacia el SO hasta verticales. Este conjunto metamórfico denominado por TURNER (1964-b) F. Espinal y atribuido por el mismo autor al Precámbrico, está inyectado por filones pegmatíticos-aplíticos que a veces coinciden con el rumbo y esquistosidad de dichas metamorfitas.

La pegmatita que nos ocupa se presenta a modo de un amplio reventón de rumbo NO-SE y posición subvertical, con un descuelgue de unos 100 m, otro tanto de longitud aflorante y 60-70 de ancho. Muestra grandes inclusiones de esquistos en su masa y está constituida en su mayor parte por feldespato potásico, cuarzo, muscovita, algo de biotita y pequeñas proporciones de apatita en cristales diminutos y de color verde intenso.

El feldespato potásico, que se presenta en mayor proporción frente a los demás minerales participantes, corresponde esencialmente a ortosa. Se la observa con intercrecimientos de cuarzo, lo que da origen a una textura gráfica, también asociada a láminas de muscovita y en cristales puros de buen tamaño. El conjunto feldespático cuarzo-micáceo ofrece una coloración rosada a parda clara.

El cuarzo, además de hallarse intercrecido finamente con el feldespato, se presenta en bochones de color blanco y de regular tamaño. La mica, en cambio, sólo se la observa dispersa en la masa feldespática en hojuelas de grado 6 y punch y generalmente manchada.

El análisis químico de una muestra del feldespato más puro, que fuera analizada en los laboratorios del Servicio Minero Nacional, registró los siguientes contenidos, en por ciento:

SiO <sub>2</sub> .....	68,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,00
CaO .....	0,60
K <sub>2</sub> O .....	11,60
Na <sub>2</sub> O .....	2,40
Pérd. por calc. a 900°C ..	0,35



El yacimiento, de una pertenencia, que figura a nombre de Jorge Ceballos, solicitada por mica, tuvo un intento de explotación por feldespato y mica mediante pequeñas labores superficiales; en marzo de 1980, cuando se lo visitó, se hallaba paralizado).

Otros cuerpos pegmatíticos se localizan en el área; los mismos figuran en el Padrón Minero de la provincia (1978) como minas de feldespato o de mica y se conocen bajo los nombres de "Amparo", "Santa Rosa", "El Conde", "Santa Cecilia" y otras. Ninguna de las propiedades solicitadas han registrado producción.

### Sierra Brava

En esta elevación, situada unos 130 km al E de la ciudad de la Rioja, departamento Capital, se conocen diversos cuerpos pegmatíticos que suelen llevar concentraciones útiles de mica ("Domingo Leal", "Los Ranchos", "Manto de Pedro", "Manto de Ramón", etc.). Se llega a estos depósitos, desde La Rioja, por un camino hacia el E, 44 km, hasta el puesto San Juan, de donde debe seguirse al puesto Pozo Blanco y de allí 20 km en mula hasta los yacimientos.

En un ambiente de esquistos cristalinos fuertemente inyectados, LOPEZ PAVON (1972) señala la presencia de numerosas pegmatitas, en general de formas tabulares y con extremos acunados, de longitudes visibles de 30 m con hasta 10 m de potencia. Son concordantes con la esquistosidad y sus cajas se presentan aleradas.

Se trata de cuerpos zonados, en los cuales, generalizando, puede observarse una zona externa cuarzo-feldespática, de potencia variable, con hojuelas de mica; la zona intermedia constituida por cuarzo, feldespato, muscovita, vermiculita y en ciertos casos turmalina y granate, y el núcleo de cuarzo masivo, pudiendo albergar pequeños cristales de berilo. El autor mencionado cita para la mina "Manto de Pedro" proporciones de muscovita del orden del 30 %, observado en superficie.

La mica es semimanchada a semiclara, posee buen cartón y su grado varía de 6 a 4, sin descartar tamaños mayores; existen cantidades aprovechables de "punch".

### SALTA

En esta provincia los yacimientos de mica se presentan en pegmatitas distribuidas en los departamentos Cafayate y Los Andes, en las unidades morfoestructurales de Sierras Pampeanas y Puna, respectivamente. Dichos filones fueron motivo de esporádica explotación, en pequeña escala, como queda ejemplificado para el período 1947/56 con 5 toneladas.

### Tolombón-Cafayate

En el extremo septentrional de la sierra de Quilmes o del Cajón, departamento Cafayate, se emplazan varios cuerpos pegmatíticos portadores de muscovita, que se conocen como: "Aguada de la Piedra", "Blanca", "17 de Octubre" y otras.

Esta sierra observa un arrumbamiento meridional y conforma un bloque volcado hacia el oeste; afloran en ella metamorfitas y rocas graníticas. De acuerdo a TOSELLI *et al.* (1978) se trata de cuarcitas-esquistos filíticos; esquistos-gneises cordieríticos y migmatitas

que constituyen el complejo Tolombón, de edad ordovícica, intruido por el granito Cafayate, la tonalita Tolombón y pegmatitas.

Dichos filones rara vez superan los 4 m de espesor y están integrados por microclino peritítico, cuarzo, plagioclasa, muscovita, turmalina y granate.

En este mismo cordón, ya en la provincia de Tucumán, se localizan numerosos diques con mica, económicamente explotables.

"17 de Octubre": Esta mina se localiza en el paraje Alto Michi, a 4.000 m s.n.m., en la sierra de Quilmes. Conforman una pegmatita de rumbo N-S de 100 m de corrida y hasta 15 de ancho en su sector austral. La roca de caja está representada por un gneis, fuertemente plegado; afloran además en el área un granito y su correspondiente séquito filoniano. Estos últimos se componen de cuarzo, feldespato y muscovita.

Según PASQUIN (1953) la mica se presenta en paquetes y no reviste importancia económica.

En este mismo departamento, en Santa Bárbara, a 8 km al O de Tolombón, se ubica "Estrella del Oeste", pegmatita portadora de cuarzo transparente y cristales de amatista.

### Tarón

En el departamento Los Andes, al poniente del salar Centenario, en las quebradas de Copalayo y Tarón, se encuentran las migmatitas de la F. Oire (Silúrico), atravesadas por filones pegmatíticos que presentan mica aprovechable. Dichos cuerpos están registrados en el Padrón de Minas como: "Senguel", "Tarón", "Huaycosum" y "Manantial", paralizados en la actualidad.

"Tarón": En la margen izquierda de la quebrada homónima, a unos 2 km al oeste del salar Centenario, se destaca este reventón pegmatítico de rumbo general N-S que inclina 75-80° hacia el este. Encaja en un esquistos gnéisico de la F. Oire, registra una corrida de unos 100 m y un espesor de 4 a 5.

Consiste en una pegmatita homogénea cuyos compuestos minerales presentan en general un tamaño mediano, representado por microclino, cuarzo y muscovita, esta última en pequeñas láminas a modo de nidos o libros diseminados en todo el cuerpo, en especial en sus flancos. Se registran, además, turmalina negra en individuos bien desarrollados y granate en pequeños cristales.

A pocos metros al oeste del cuerpo mencionado se destacan otros similares en cuanto a composición y arrumbamiento, con asomos de 20 a 25 m.

El conjunto fue motivo de una pequeña explotación por mica durante la década del cuarenta.

### TUCUMAN

En territorio de esta provincia y centralizado en su sector noroccidental, sobre el faldeo oriental de la sierra de Quilmes o del Cajón y en el occidental de las Cumbres Calchaquies, departamento Tafi, se emplazan numerosas pegmatitas portadoras, entre otros minerales, de concentraciones muscovíticas aprovechables.

La explotación de este mineral, en sus distintas formas de comercialización, viene siendo registrada por la Estadística Minera de la República Argentina desde el año 1944 (zona de El Pichao), aunque comenzó alrededor de 1920; de esa fuente se obtienen los siguientes



tes promedios por quinquenio, expresados en kilogramos:

	Cortada, chala y punch	Broza y Scrap
1945/49 .....	5.400	—
1950/54 .....	4.860	320
1955/59 .....	440	—
1960/64 .....	—	—
1965/69 .....	2.360	5.630
1970/74 .....	2.741	—
1975/79 .....	4.260	2.440

El ambiente geológico imperante en la sierra de Quilmes está conformado por metamorfitas, a las que TOSELLI *et al.* (1978) divide en dos unidades litológicas distintas: Complejo Agua del Sapo, constituida esencialmente por esquistos biotítico-muscovíticos y el Complejo Tolombón, en el cual se presentan cuarcitas y esquistos filíticos, gneises y migmatitas; estas rocas son atribuidas a una edad Ordovícica. "Stocks" granitoides que se observan en esta sierra, de edad postordovícica, no se han hallado en territorio tucumano. Estructuralmente corresponde a un bloque fallado al E y vasculado hacia el O, típico del ambiente de las Sierras Pampeanas, evidenciándose además una antiformal regional con una compleja estructura interna.

Las pegmatitas de esta región han sido motivo de un estudio exhaustivo por parte del personal de CIRGEO- UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN (1980); previamente, geólogos de la Dirección Provincial de Minería de Tucumán, (PORTO, 1959 y PEÑA, 1972 y 1974), estudiaron en particular algunos de estos depósitos. Se trata de cuerpos tabulares y en casos lenticulares de naturaleza granodiorítica, que presentan una zonación interna definida; poseen longitudes de 20 a 60 m y potencias de 2 a 4 m como mínima, hasta 15-20 como máxima. Su rumbo e inclinación es variable y son en general concordantes con la esquistosidad, aunque en ciertos casos se hacen subconcordantes y hasta discordantes. Cabe mencionar que en la sierra de Quilmes y en un ambiente geológico similar al descrito, se conocen otros depósitos de mica ya en la provincia de Salta. El acceso a este distrito micácifero se realiza desde la ciudad de San Miguel de Tucumán a través de la ruta que conduce a Acheral, Tafi del Valle y Amaicha, hasta el paraje Puente de Quilmes en el empalme con la ruta nacional n° 40; por esa ruta, desde el paraje citado hasta la localidad de Colalao del Valle por el N, parten numerosos caminos secundarios hacia el oeste, que conducen a los distintos yacimientos.

Con respecto a las manifestaciones, sito en la unidad orográfica de las Cumbres Calchaquíes, estas se emplazan, según PORTO (1961 y 1971), en su faldeo occidental e intruyen a filitas cuarzo-micáceas, mientras que cuerpos graníticos se conocen al E, en las partes más altas de la sierra. También son pegmatitas zonadas, discordantes, de rumbo e inclinaciones variables, generalmente al E; estos cuerpos se ubican al naciente de la quebrada de Amaicha y el camino provincial que une Acheral con Amaicha del Valle los deja al E.

Siguiendo el trabajo de CIRGEO-UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN (op. cit.) los cuerpos mineralizados de la sierra de Quilmes, de acuerdo a su

distribución, han sido agrupados en tres áreas: Area Sur (alrededores de la quebrada de Quilmes), Area Central (alrededores del río Las Cañas-río Amarillo) y Area Norte (alrededores de la quebrada del Pichao). Las reservas mínimas que han estimado para todo el distrito, alcanzan a 737 t de mica.

### Quebrada de Quilmes

"Don Sixto": Se sitúa en la margen derecha del arroyo del Durazno, a unos 7,5 km en línea recta del empalme de la ruta 40 con el camino que conduce a la escuela provincial Rincón de Quilmes.

El depósito lo constituye un cuerpo tabular, con ensanchamientos locales, concordante y en parte subconcordante con la roca de caja, un esquistos micáceo pardo-grisáceo. Posee una corrida de 20 m y anchos de 3 a 4,5 m, con rumbo N 35° E e inclinación media de 40° al SE. Presenta dos apófisis separadas por un tabique de la roca encajante.

Muestra una zonación asimétrica, con la zona marginal, de 5 cm de espesor, cuarzo-pertítica-muscovítica, con turmalina, berilo y apatita. La zona externa alcanza los 0,5 m de potencia y está compuesta por cuarzo, plagioclasa y muscovita, con turmalina, zircón y granate. La muscovita se presenta en paquetes de hasta 15 cm de espesor por 10 a 30 cm de lado, a veces con inclusiones de turmalina. La zona central está constituida por plagioclasa (Ab 10), cuarzo y pequeñas láminas de muscovita.

La mica es dura, con manchas de óxidos de manganeso; presenta fisuras, "rajos" y estrias; la variedad "cola de pescado" es abundante. Se la clasifica como mica semimanchada hasta semiclara.

Se la trabajó a lo largo de todo el cuerpo en un rajo escalonado con una profundidad de hasta 4,6 m. Se halla prácticamente agotada.

"El Tintillo": Se emplaza sobre la margen izquierda de la quebrada de Las Cañas, a unos 600 m de su afluencia con la de Quilmes.

Su yacimiento está representado por una pegmatita lentiforme, con algunos xenolitos, concordante con la esquistosidad, de 25 m de largo por 2,5 de ancho y rumbo N 5° E a N 20° O con 35 y 45° de inclinación al E y NE.

Presenta una zona marginal de 5 a 40 cm de ancho de cuarzo, microclino, plagioclasa, muscovita y turmalina; una zona externa, de la misma composición mineralógica que la anterior, en donde la muscovita se observa en "libros" de dimensiones máximas de 13 por 24 cm. La zona central está compuesta por microclino y cuarzo.

La mica es dura, con pocos "rajos" y fisuras, semimanchada, de grado 3 a 4; abunda la variedad "cola de pescado".

Hasta una profundidad de 4 m, los autores citados han determinado una reserva de 1.900 kg de mica, considerando una participación del orden del 3 %.

El laboreo consiste en dos rajes realizados según la inclinación del cuerpo, de hasta 15 m de largo, 0,5 a 2 de ancho y profundidad de 2 m.

### Río Las Cañas-río Amarillo

"Talapazo I, II, III y IV": Tres de estas minas se emplazan sobre la margen izquierda de la quebrada



del río Amarillo, mientras que "Talapazo IV" lo hace a la derecha del río Ambrosio. Su acceso se realiza por un camino vecinal que conduce a la escuela provincial n° 37, continuando de allí unos 1.000 m.

Se trata de cuatro cuerpos de formas lenticulares, concordantes hasta netamente discordantes con respecto a los esquistos micáceos que hacen de caja; sus longitudes varían entre 20 y 45 m como máximo y los espesores de 2,5 a 5, llegando a 18 m en "Talapazo IV"; presentan rumbos e inclinaciones variables, aún en un mismo cuerpo y también distintas inclinaciones en su techo y piso.

Es notable la zonación, reconociéndose una zona marginal-externa de 0,10 a 0,5 m de espesor hasta 1 m ("Talapazo IV"), conformada por microclino pertítico, cuarzo, muscovita y turmalina; la mica puede presentarse en pequeñas láminas o paquetes de 2 a 5 cm de espesor y 5 a 10 de lado. La zona intermedia alcanza los mayores espesores en "Talapazo IV" (5 a 6 m), mientras que en las otras varía de algunas decenas de centímetros a 2 m; los minerales constituyentes son microclino, en parte gráfico, cuarzo, muscovita y turmalina, con oligoclasa y granates en "Talapazo I". La mica se presenta en paquetes o "librillos" de 2 a 7 cm de espesor y 5 a 15 de sección, observándola mayormente en el contacto con la zona central ("Talapazo II"); en general no supera el grado 5 y presenta inclusiones de turmalina; abunda el tipo "cola de pescado".

#### Quebrada del Pichao

"Alto Cazadero III y IV": Se sitúan a unos 3 km al OSO de la localidad El Pichao, sobre la margen derecha del arroyo homónimo.

El yacimiento está constituido por un cuerpo lenticular que encaja discordantemente en esquistos micáceos pardo-grisáceos presentando, en sectores, un contacto brechado, además de algunos xenolitos. Su rumbo es N 25° O e inclina 70° al SO; es visible en una longitud de 60 m con ancho máximo de 14 m, llegando a 5 en sus extremos.

Muestra una definida zonación, distinguiéndose una zona marginal de 6 cm de ancho, compuesta por cuarzo, oligoclasa y muscovita, acompañados por turmalina y berilo. La zona externa alcanza espesores de 0,4 a 0,8 m y está constituida por microclino, oligoclasa, cuarzo y muscovita; este último mineral forma paquetes de 15 y hasta 30 cm de espesor, de láminas de 15 a 20 cm de lado. La zona central tiene la misma composición mineralógica que la externa, pero aquí la muscovita es del tipo "scrap".

Se estableció una zona de 1 m de espesor que contiene 7 % de muscovita, que permitió estimar 210 t de este filosilicato.

Se trata de una mica semimanchada, dura, con fisuras y "rajos", pocas estrías y a veces ondulada; su grado varía entre Al y 5-6.

"Alto Cazadero III" cuenta con dos niveles de galerías, conectados por piques, con una diferencia de cota de 6 m, que superan en total los 55 m de avance. "Alto Cazadero IV" posee un nivel de 27 m de largo en sentido N 25° O con una desviación de 5 m de rumbo similar.

"Alto Cazadero I y II": Aparentemente es la continuación del cuerpo anteriormente citado. Es discor-

dante con su caja esquistosa y tiene una corrida visible de 50 m con anchos máximos de 15 m; su rumbo es N 50° O e inclinación 30-40° SO.

La zonación es similar a la descripta para el caso anterior, presentando en la zona externa muscovita en paquetes de 10 cm de espesor con láminas de 15 a 20 cm, dispuestos irregularmente en bolsones paralelos al contacto.

La zona más rica posee un 5 % de muscovita, lo que arroja un valor de 50 t de reservas.

Las características de la mica son idénticas que las dadas para "Alto Cazadero III y IV".

"Graciela": Se localiza a unos 2.500 m al OSO de la población El Pichao, sobre la margen derecha de la quebrada homónima y al NE de las dos anteriores.

Su yacimiento está conformado por dos afloramientos con rumbos N 30° O y subverticales, posiblemente pertenecientes a un mismo cuerpo; presentan una corrida mínima de 20 m y potencias de 15 a 20 m. No siempre es concordante con los esquistos micáceos que hacen de caja; se observan sectores turmalinizados.

Presenta una zona marginal de 1 a 2 m de ancho compuesta por microclino, cuarzo y mica; una zona externa, irregular y de 1,5 m de espesor, de composición microclino, pertita, cuarzo y muscovita con algo de berilo y apatita. La zona central presenta grandes masas de cuarzo blanco y hialino.

La muscovita, que se presenta en todas las zonas exceptuando la central y predomina en la externa (10 %), se presenta en "librillos" de 15 a 20 cm, color clara con tonos pardos, manchada por óxidos de manganeso y materia orgánica y en individuos tipo "cola de pescado"; el grado predominante es el 3, alcanzando el 2 en algunos casos. Se han estimado reservas del orden de las 160 toneladas.

El laboreo consiste en una galería de rumbo N 35° O, sobre la zona externa del depósito, en una longitud superior a los 10 m.

"Cueva de Bazán": Se encuentra situada sobre la margen derecha del arroyo Bazán, en las inmediaciones de la desembocadura de la quebrada de Las Minas, a unos 4,5 km al OSO de la población El Pichao.

En un ambiente de esquistos micáceos y gnéisicos que conforman un homoclinal suavemente alabeado, se presentan 4 cuerpos pegmatíticos subparalelos y concordantes. El mayor de ellos, de forma irregular, tiene una longitud visible de 30 m y 5 de potencia, con aumento en profundidad; su rumbo es N 10° E e inclina 55° al E hasta subvertical en profundidad; en la roca de caja se observan inyecciones y, en sectores, turmalinización.

Debido a que la zonación es irregular, se pueden distinguir los sectores N y S; el primero registra una zona marginal-externa de cerca de 2 m de espesor, compuesta por plagioclasa, microclino, cuarzo y muscovita, este mineral, presente en proporciones de 5 a 10 % forma "libros" de 8-10 y hasta 20 cm de diámetro; la zona central muestra cuarzo y muscovita en pequeños "librillos". En el segundo sector se observa una zona marginal de 5 a 10 cm de cuarzo, plagioclasa, muscovita y turmalina; una zona externa de 1,5 a 2 m de ancho, irregular, representada por plagioclasa, cuarzo, muscovita y turmalina; la mica en proporción de un 10 % forma "librillos" de 8 a 10 cm de lado. La zona intermedia, también irregular y de 2 a 3 m de



espesor, contiene microclino, cuarzo y muscovita y, por último, el núcleo está formado por cuarzo y muscovita, ésta aparece en "libros" y "librillos" que alcanzan gran tamaño, en una proporción de 5 %.

La mica es dura, manchada, de grado comunmente entre 1 y 4; presenta "rajos" y estrías, observándose también asociaciones tipo "cola de pescado".

Se han abierto tres labores a cielo abierto, muy próximas entre sí, cubriendo una superficie de unos 15 a 17 m de largo por 8 a 12 de ancho; en el sector sur hay dos galerías que siguen el cuerpo y en el norte un socavón.

Para la zona externa se determinaron 57 t de muscovita, 95 para la intermedia y 2,8 para la central, totalizando 155 toneladas.

**"Alejandra":** Se emplaza sobre la margen derecha del arroyo Encrucijada, en las nacientes del río Pichao.

En cuerpo pegmatítico con forma lenticular, de 25 m de largo y potencia máxima de 6 m, posee un rumbo N 40° O e inclinación variable entre 55 y 85° al SO. Es semiconcordante a concordante con esquistos gnéissicos que lo alojan.

Se observa una zona marginal-externa de 10 a 40 cm de espesor, compuesta por cuarzo, feldespato blanco y rosado, turmalina y abundante mica, en parte en "librillos" de 10 a 20 cm de diámetro de buena calidad. La zona intermedia de hasta 0,40 m de ancho está integrada por cuarzo, plagioclasa, microclino, muscovita, turmalina y berilo; la mica aparece en libros de 20 x 20 cm de lado, de mala calidad. En la zona central o núcleo se presenta cuarzo, escaso feldespato potásico, plagioclasa, muscovita y turmalina.

La mica es semimanchada, dura, de grado 1-2 y también 3-5 hasta A1, presentando "rajos", fisuras y "pegotes".

El laboreo consiste en un rajo con tres niveles y las reservas calculadas alcanzan las 50 toneladas.

**"Facundo":** Se localiza en las cercanías de la mina "Cueva de Bazán", sobre la margen derecha del arroyo Bazán.

Tanto la roca de caja como la zona de contacto entre ésta y el cuerpo pegmatítico observan características similares a la de esa mina cercana. Aquí se presenta un cuerpo concordante, de rumbo N 45° O y 35° SO de inclinación; tiene una longitud de 30 m y un ancho de 6. En su zonación puede distinguirse un sector marginal-externo de 1 a 2 m con abundante mica además de cuarzo, plagioclasa y turmalina; la muscovita, de color pardo clara, forma "librillos" de hasta 15 cm de diámetro, calculándose una proporción del 7 %. La zona central, de 3 a 5 m de potencia, presenta microclino, cuarzo, muscovita y turmalina.

Se trata de una mica dura, semimanchada, con fisuras, "rajos", estrías y ondulaciones, abundando el grado 3 y 4.

Existe en el extremo SE del cuerpo una labor a cielo abierto de forma irregular de 4 m de largo con anchos de 6 a 2 m y profundidades de 1 a 4.

Se han determinado 85 t de muscovita.

**"Victor Hugo":** Se encuentra situada sobre el arroyo Agua de La Vibora, en la porción sur del sector en cuestión, a unos 4.500 m al SSO de la localidad El Pichao.

El depósito está constituido por una serie de afloramientos discontinuos arrumbados en dirección N 30°

O con inclinaciones al SO de 35°; totalizan 85 m de largo y unos 18 m de ancho máximo.

La zonación presenta un delgado borde constituido por plagioclasa, cuarzo y muscovita, a la que sigue una zona externa de 0,5-0,8 m de potencia de grano fino a mediano, con oligoclasa, microclino, cuarzo, muscovita y turmalina. La zona intermedia posee espesores variables de 0,4 a 1 m y está conformado por pertita, cuarzo, muscovita y turmalina. El núcleo, de poco espesor, es cuarzo-pertítico, con muscovita.

La mica es dura, manchada (por óxidos de hierro y manganeso) y presenta pocos "rajos" y fisuras; puede clasificarse en los grados 5 a 6.

El laboreo se desarrolla en su extremo N con una galería de 13,5 m de longitud y en el extremo S, donde existe una labor a cielo abierto, de 4 m de largo, 1,6 de ancho y 4 de alto.

Se han calculado para este cuerpo reservas del orden de las 81 toneladas.

**"Chica":** Enclavada sobre la margen izquierda del río Bazán, a más de 4,5 km al OSO de El Pichao, su yacimiento está constituido por una lente irregular, más ancha en su sector N, de rumbo N 20° O que inclina 60-75° al NE a subvertical; tiene una corrida de 45 m y potencia máxima de 6. Presenta una delgada zona marginal-externa, una zona intermedia con cuarzo, plagioclasa y muscovita; esta última en una proporción del 5 % forma "libros" de 10 cm de diámetro; es de buena calidad, clara y semimanchada, de grado 4 a 6. El núcleo es de cuarzo.

Presenta una labor tipo trinchera de 12,5 m de largo, en su porción S y un socavón de 9 m de largo en la N.

Las reservas estimadas alcanzan 42 t de muscovita.

**"Santo Tomás de Aquino":** Localizada en la margen izquierda del arroyo El Molle, en las nacientes del río La Tranca, dista unos 2.500 m al SO de la población de El Pichao.

Según PEÑA (1974) el cuerpo aflora en unos 100 m con potencias de 5 a 15 m, posee un rumbo NO e inclina 35° al O.

En contacto neto con la roca de caja, se presenta una zona marginal-externa de 1 m de espesor, constituida por feldespato rosado, mica, cuarzo y accesorariamente turmalina. La zona intermedia alcanza 2 a 3 m de potencia y en ella predomina la plagioclasa, con algo de turmalina, cristales de berilo y biotita. El núcleo es un conjunto de venas de cuarzo asociadas a un agregado mediano de muscovita.

PEÑA (op. cit.) señala, de acuerdo al material extraído en esa área, que la participación de la muscovita sería de un 35-40 % de tipo manchada, un 50 % de semimanchada y el 15 % restante a la semiclara y clara.

### Cumbres Calchaquies

En el flanco occidental de la porción austral de esta elevación se conocen una serie de afloramientos pegmatíticos que no registran antecedentes mineros, alojados en filitas cuarzo-biotíticas bandeadas, sobre la margen derecha de la quebrada de Amaicha (PORTO, 1971). El mismo considera tres zonas: Abra del Infiernillo, Alto del Tío y Los Corpitos.

Se trata, según el citado autor, de cuerpos discordantes, de rumbo variable, clasificados según su inclinación en subverticales e inclinados, con espesores



que oscilan entre 5 y algo más de 20 m. Los subverticales son homogéneos y de mineralización simple; los inclinados, entre 15 y 55° al E, presentan una estructura zonada, reconociéndose zonas marginales, de grano entre 2 y 5 cm, de un espesor de 0,4 a 1 m; zonas externas de 1,2 a 1,5 m de potencia, de tamaño de grano entre 8 y 10 cm compuestas por microclino, cuarzo, albita y frecuentemente muscovita; las zonas intermedias alcanzan los 4 m de potencia, con tamaños de grano de 10 a 20 cm y están integradas, principalmente, por microclino, con albita y cuarzo; como accesorios se presentan granates y turmalina; el núcleo es de poco espesor, con una estructura masiva y composición silícea.

El microclino representa en conjunto un 70 % de la composición de la pegmatita, su desarrollo alcanza los 20 cm y suele estar sericitizado y cruzado por venillas hematíticas. La muscovita, que representa el 20 % del volumen conforma una variedad incolora y otra verde, la primera aparece en "librillos" de 1 a 1,5 cm de espesor y 5 a 7 de lado.

El autor mencionado señala la presencia de un aporte hidrotermal de composición esencialmente silícea y en parte ferruginoso que afecta a las pegmatitas y a las metamorfitas, observándose también sectores turmalinizados. Además, cita la formación de una banda de estauroлита en las adyacencias de las zonas con pegmatitas.

#### Cerro Quico

Debe mencionarse, además, en esta provincia un depósito de cuarzo en el faldeo oriental del cerro del epígrafe, conocido como Cuerpo de Cuarzo de Piedras Blancas. El mismo se emplaza en el sector SO de su territorio, en un cordón montañoso que continúa a la sierra de Aconquija, en el departamento Graneros. Se alcanza desde la ciudad capital a través de la ruta nacional n° 38, hacia el S, hasta las localidades de Villa Alberdi o La Cocha; de cualquiera de ellas, tomando hacia el O, se llega a la mineralización.

Geológicamente el área está conformada por el batolito granítico San Ignacio-Los Pinos, afectado por un fallamiento meridional, en bloques, típico de las Sierras Pampeanas.

El yacimiento, según BARBER (1979), consiste en dos cuerpos principales de forma elongada y otros más pequeños que intruyen el batolito, constituyendo resaltes positivos. Se presenta bastante diaclasado, con juegos de rumbo N-S y ENE-OSO, verticales o inclinados al E. La roca de caja es un granito (s.s) de grano mediano.

Lo constituye una gran proporción de cuarzo blanco, lechoso, masivo, de lustre graso, además de cuarzo hialino en cristales prismáticos de pocos centímetros a algunos decímetros, en ciertos casos rellenando drusas en el cuarzo lechoso; en menor proporción se presenta cuarzo ahumado y opalizado. Acompañan a este mineral ciertas cantidades de muscovita (sericita) y escasos minerales de tungsteno, hierro y molibdeno.

El autor mencionado cubica 250.000 t en la categoría de medido y 125.000 t en la de indicado. HILLAR (1964), en su trabajo sobre este yacimiento, cubica 900.000 t de mineral visible y 190.000 t de mineral probable.

#### DIATOMITA

Se conocen con esta denominación, rocas sedimentarias compuestas por gran proporción de frústulos de diatomeas, que suelen llevar además como impurezas, arenas, limos, arcillas, minerales carbonáticos y cenizas volcánicas; su deposición se efectúa en general en cuencas cerradas del tipo lagunar.

La presencia de microesqueletos de diatomeas, dada su estructura, le otorga a estas rocas una gran porosidad y permeabilidad, bajo peso específico, capacidad de absorción y de retención de materiales sólidos; por estas propiedades se las utiliza industrialmente como material filtrante de aceites, vinos, derivados del petróleo, como aislante, abrasivo suave y otros usos más.

Pocos son los depósitos de este material que se emplazan en la región del NOA. En su mayoría se trata de diatomitas impuras, de ellos cabe citar los de la provincia de La Rioja, en el departamento Arauco, situados en las cercanías de la localidad de Tinocán ("Paschiñango" y "Angelita") asociados a sedimentitas de origen lagunar y fluvial de grano fino y a niveles arcillosos aprovechables; su explotación data de 1945, manteniendo su ritmo de producción, con algunos altibajos, hasta el año 1979, tal como se desprende de los siguientes promedios por quinquenios según datos de la Estadística Minera de la República Argentina, en toneladas: 1945/49: 127; 1950/54: 152; 1955/59: 202; 1960/64: 152; 1965/69: 380; 1970/74: 107; 1975/79: 346.

Salta posee dos depósitos localizados en el ámbito de la Puna (departamento Los Andes), cercanos al límite con la República de Chile, uno en los bordes de la laguna Socompa, que registró una producción de 39 t entre los años 1944/48 según la Estadística citada y otros en las inmediaciones de la localidad de Catua, de reciente hallazgo, asociado a limos y tobas, que según la misma fuente acusó una producción de 2.000 t en el año 1979. En la provincia de Jujuy se sitúa un pequeño depósito aparentemente inexplorado, al sur de la población de La Quiaca (Esquina Blanca), en el departamento Yavi.

#### LA RIOJA

##### Tinocán

Estos depósitos se emplazan en las cercanías de Villa Mazán, departamento Arauco y tienen como punto geográfico central a la localidad de Tinocán, también llamada Villa Merbil, ubicada sobre la ruta nacional n° 60 a unos 7 km al oeste de la primera población citada, donde se encuentra instalada la planta de procesamiento de la firma Merbil S.R.L.

Los mismos han sido objeto de estudio entre los años 1947 a 1955 por técnicos del entonces Banco Industrial de la República Argentina; posteriormente, VALANIA (1969), presenta un trabajo completo realizado por convenio entre la ex Dirección Nacional de Geología y Minería y la Dirección Provincial de Minería de La Rioja. Dicho autor considera los yacimientos de diatomita "Paschiñango" y "Angelita", como bancos de limos tripoláceos de 0,80 a 1,80 m de espesor portadores de varios horizontes diatomíticos de 0,01 a 0,20 m de potencia, que alcanzan proporciones de 13 a 20 y hasta 40 % del volumen total.



Los niveles productivos en cuestión, forman parte de una secuencia sedimentaria depositada durante el Terciario alto y Cuartario inferior, que ocupa el amplio valle desarrollado entre los bloques elevados de la sierra de Mazán, por el este y la de Velasco, por el oeste; la misma está compuesta por estratos arenosos, limosos y arcillosos, de origen fluvial, en parte lagunar, que conforman un paquete de alrededor de 100 m de potencia.

Según datos de la Estadística Minera de la República Argentina, de esta zona, cuya producción comenzó en el año 1945, se han extraído 7.329 toneladas hasta el año 1979 inclusive.

“Paschiñango”: Esta mina de 1 pertenencia a nombre de Moreno, Ramón E. y Socio, ha sido considerada por VALANIA (op. cit.) como la de mayor importancia, tanto por su extensión como por el número y espesor de sus bancos diatomíticos; se sitúa a 14 km al sudoeste de Tinocán (Villa Merbil), en el departamento Arauco. Se alcanza la propiedad desde la planta de procesamiento de la firma Merbil S.R.L., en la localidad citada, por un camino en mal estado que en parte corre por uno de los afluentes del río Salado.

El depósito lo constituye un banco lenticular limo-arcilloso-tripoláceo, gris verdoso, compuesto, por lo general, por una parte superior estéril y otra inferior productiva portadora de horizontes diatomíticos de relativa pureza; su espesor llega a 5,50 m, en el sector norte del yacimiento, y se reduce a 1,50 m en el sur, debido a que el nivel superior estéril ha sido prácticamente erosionado. A su vez, el banco citado, está cubierto por sedimentos limo-arenosos castaño-rojizos que alcanzan los 5 m de potencia en el sector norte, mientras que en el sur han sido eliminados por la erosión.

El autor citado señala para el yacimiento una superficie descubierta de 15.700 m<sup>2</sup>, de los cuales 8.700 m<sup>2</sup> ya han sido explotados en el sector de la cantera principal, ubicada al norte, en donde se presentan hasta 5 bancos diatomíticos con potencias individuales no mayores de 0,20 m, llegando a constituir el 40 % del nivel productivo, pero con un encape de hasta 8 m. Los restantes 7.000 m<sup>2</sup> sin explotar fueron divididos en cuatro sectores, a saber:

Sector Noreste: de una superficie de 875 m<sup>2</sup>, presenta 2,20 m de material limo-arcilloso verdoso que corresponde al nivel superior estéril y de 1,20 a 1,40 m del nivel productivo que lleva 3 ó 4 horizontes de 1-5 hasta 10 cm de diatomitas, de posición subhorizontal.

Sector Este: cubre una superficie de 300 m<sup>2</sup>; en él se pueden observar 2 ó 3 niveles diatomíticos de 1 a 3 cm dentro de algo menos de 1 m de sedimentos limo-arcillo-tripoláceos, que conforma un banco inclinado 5 a 7° al SO.

Sector Sudoeste: Abarca 3.875 m<sup>2</sup> que se muestran por lo general sin gran parte de la sobrecarga arenosa castaño-rojiza; aquí el nivel productivo tiene espesores desde 0,90 a 3 m y en él suele observarse en algunos sectores un nivel diatomítico de 0,12 a 0,20 m; además, por encima, otros 3 niveles individuales de 2 a 4 cm, que representan en total el 19 % del volumen.

Sector Sudeste: comprende 2.750 m<sup>2</sup>; variable lateralmente tanto por el espesor del nivel limo-arcilloso-tripoláceo que va desde 0,80 a 1,40 m, como por la calidad y espesor de los horizontes diatomíticos que lleva, por lo general éstos son 3 ó 4 que totalizan unos 0,20 m,

aparte de un nivel continuo inferior, blanquecino de 7 a 20 cm; el material estéril superior aparece en forma discontinua.

El material diatomítico útil está compuesto por una gran variedad de frústulos cuyos tamaños oscilan entre 0,02 y 0,05 mm. La densidad aparente fluctúa entre 0,47 y 0,97, habiéndose determinado una media, de 0,65; se señala, además, que para el material “común” un 80 % de los frústulos se presentan rotos, y éstos relacionados con el material clástico en una proporción del 60,5, estas mismas relaciones para el material puro son de 68,6 y 76,4 respectivamente. Análisis químicos de estos sedimentos se muestran a continuación en porciento:

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub> .....	73,5	70,1	68,8	66,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,5	5,6	12,4	9,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,9	3,7	4,2	4,00
TiO <sub>2</sub> .....	—	—	—	0,10
CaO .....	1,6	1,9	2,7	1,50
MgO .....	0,5	0,6	0,6	2,20
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O ....	4,6	5,9	1,8	4,25
Pérd. a 900°C ..	8,1	8,8	12,1	12,05
Total .....	99,7	96,6	102,6	99,6

1. Promedio de material diatomítico (Valania, 1969).
2. Promedio de material común (Valania, 1969).
3. Promedio de material común (Paschiñango Norte), (Valania, 1969).
4. Material de descarte anterior, obtenido en la planta de Merbil S.R.L., por uno de los autores.

VALANIA, en su trabajo, considerando los porcentajes del volumen que ocupan los niveles diatomíticos dentro del material limo-tripoláceo estima las siguientes reservas, diatomíferas, en toneladas:

Sector Noreste: 146,8  
Sector Este: despreciables  
Sector Sudeste: 610,6  
Sector Sudoeste: 627,7

Reservas totales: 1.385,1

Además el autor citado menciona 3.000 t de mineral posible, pertenecientes al área cubierta existente al Sur de las labores desarrolladas al momento.

Merbil S.R.L., firma que explotaba el yacimiento, posee una planta de tratamiento, en la cual mediante molienda y lavado de estos materiales obtiene “tierras filtrantes” y además posee un sistema de activación de arcillas para la obtención de “arcillas decolorantes”.

En el momento de la visita (marzo de 1980) el yacimiento se encontraba inaccesible y paralizado, debido a que por las características del mismo, principalmente su potente cubierta estéril, no permitía una explotación económica; existían en planta alrededor de 5 t de material de desmontes anteriores que se los pensaba utilizar.

“Angelita”: Esta mina, de 1 pertenencia, a nombre de Dianor S.A. se localiza a unos 9 km al ONO de Tinocán (Villa Merbil), en el departamento Arauco; su acceso se realiza desde la ruta nacional n° 60 por la huella que conduce a la mina Vallejos, continuándose desde allí por una huella precaria por 7 km.

Según VALANIA (op. cit.), se sitúa sobre el flanco NO de una pequeña quebrada que corta sedimentos del Terciario superior, mostrando un perfil en el cual



participan sedimentos sueltos areno-limosos castaño-amarillentos que no incluyen ningún nivel diatomítico en los 6 m superiores; debajo de éste se presenta el horizonte productivo integrado por material limo-arcilloso-tripoláceo, de color gris verdoso-amarillento, en cuya base se presenta un banco diatomítico blanco, de 0,20 m de potencia; este horizonte puede seguirse a lo largo de una barranca, en 65 metros. Todo el conjunto, concordante, presenta una posición subhorizontal con leves inclinaciones locales al SE. En el sector NE el horizonte diatomítico registra 2 niveles de 3 cm de espesor.

El autor citado ha calculado una densidad aparente de 0,80 para el mineral, estimando un volumen de 10,46 t/m de avance en una explotación programada a lo largo de los 65 m que constituye el frente.

#### SALTA

##### Laguna Socompa

"Socompa": Esta mina cuyo propietario es el señor Guillermo Muñoz, se sitúa en la laguna citada, a unos 10 km al SE del Paso y Estación homónima (FGB), en las cercanías de la Quebrada del Agua, en el departamento Los Andes. Su acceso se realiza desde la estación mencionada por el tramo de ruta nacional nº 51 que une Socompa con Caipe, hacia esta última, recorriéndose 10 km hasta la laguna que se halla a escasos 100 metros de la ruta.

Se trata de una pequeña cuenca, ocupada por agua en la época en que se visitó el área (12/80) que cubre un sector de un bajo de relieve plano el cual en su mayor parte presenta una cubierta de material detrítico suelto con afloramientos, en algunos sectores, de sedimentos lacustres modernos, entre los que se ubican los portadores de diatomeas. Debe señalarse además, la existencia, en el cuerpo de agua, de sulfato de sodio.

El afloramiento principal, ubicado en el borde SE de la laguna, se compone de un manto horizontal de unos 300 m de largo en sentido NO-SE y 50-70 m de ancho y una potencia máxima visible de alrededor de 3,5 m, compuesto en su parte superior por un banco de diatomita de 1 m de espesor, compacto, blanco en superficie pero con un bandeo de colores blanquecinos a amarillentos en fractura fresca, con algunas intercalaciones de 7 a 10 cm en su parte superior de material arcilloso diatomítico laminar, gris amarillento; continúa hacia abajo con 0,50 m de diatomita blanca muy friable y con numerosas fracturas, siguiendo hasta el piso un material arcillo-limoso algo diatomítico, bandeo en colores pardo claro a amarillento y lajoso. Otros afloramientos de reducidas dimensiones existen en el sector NE y N de la laguna.

El material diatomítico presenta por lo general coloración blanquecina a verde amarillenta y registra baja densidad. La proporción de diatomeas es escasa visto al microscopio; un análisis de rayos X revela la presencia de aragonita, compuestos silíceos y minerales del grupo de las arcillas.

El depósito fue objeto de explotación esporádica entre los años 1940 a 1960.

##### Catua

"La Andina", "Viviana" y otras: El área que se tratará aquí, comprende varias propiedades situadas a

unos 6 km al oeste de la localidad de Catua, departamento Los Andes. El acceso se realiza, desde la citada localidad, a través de la ruta nacional nº 51, hacia Hauitiquina, con un recorrido de 3 km, desde donde se toma una huella hacia el NO de 3 km aproximadamente que conduce hasta el yacimiento.

Esta zona se caracteriza por un relieve de suaves ondulaciones y el depósito se emplaza a medio faldeo de una extensa lomada, la que se encuentra cubierta por una capa de sedimentos sueltos y detritos de falda, que dificultan la observación de afloramientos.

El yacimiento lo conforma un banco de coloración general gris-blanquecina, con rumbo N-S a N 10° O e inclinación de 10 a 12° al O, con algunas suaves flexiones. La longitud del afloramiento intermitente es de 500 m; el espesor, medido en laboreos, alcanza en el frente principal los 2 m, sin piso visible; 8 m en un pique situado en el sector S, mientras que en el norte se ha observado material similar, en labores de exploración, por encima y por debajo del corte principal.

Aparentemente se trata de un relleno de cuenca por material limoso, arcilloso y cenizas volcánicas, con por lo menos un nivel diatomítico.

Un perfil realizado en el frente de explotación, de arriba hacia abajo, indica lo siguiente:

0,05-0,1 m material suelto, detritos de falda.

0,80 m limo con escasa laminación, de coloración verdosa con tintes rosados y amarillos.

0,35 m material blanco, rosado, con cierta laminación, se intercala delgados horizontes limosos y tobáceos verde-grisáceos.

1,10 m material finamente laminado de colores blanquecinos, grises y verdosos con tonalidades rosadas; presenta una intercalación de 5 cm en su tercio inferior de toba gris.

0,18 m material tobáceo de grano fino y escasos fragmentos de tamaño arena, color blanco, poroso.

0,13 m arcilla verde blanquecina.

0,12 m horizonte diatomítico de grano muy fino y sedoso al tacto, color blanco nieve, hasta el piso de la labor.

Una muestra extraída del nivel inferior, para este trabajo, arroja los siguientes contenidos analíticos.

Sílice (SiO <sub>2</sub> )	76,43 %
Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6,70 %
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,60 %
Calcio (CaO)	0,95 %
Magnesio (MgO)	1,16 %
Sodio (Na <sub>2</sub> O)	1,61 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	1,60 %
Sulfato (SO <sub>3</sub> )	—
Pérdida a 900°C	9,05

Análisis realizado en el laboratorio químico del Servicio Minero Nacional.

En el sector sur del banco, en un pique de 6,5 m de profundidad, se observa que el perfil se continúa con una sedimentita fina, laminar, de tonos blancos y verdosos y por debajo un limo-arcilloso, en parte tobáceo, en bancos delgados, con una intercalación de arcilla rojo-ladrillo de 0,5 m; allí el horizonte diatomítico alcanza los 0,50 m de espesor.

El laboreo realizado es a cielo abierto, en una serie de cortes discontinuos que totalizan unos 300 m de longitud y un promedio de 2 m de altura, con



rumbo N-S en el sector norte y NO-SE en el austral, su avance hacia el O y SO varía de 2 a 6 m.

La empresa propietaria Catua S.A. trabajaba, en la época de la visita (octubre de 1980) a un ritmo de 500 kg/día, material que era transportado y almacenado en la ciudad de Salta, donde se estaba construyendo una planta de tratamiento.

## JUJUY

### Esquina Blanca

Una concentración diatomífera se menciona en el paraje Esquina Blanca ubicado a 20 km al S de la población de la Quiaca, sobre la margen derecha del arroyo Barrios, departamento Yavi.

Según Scrosso (1943) está constituida por pequeñas lentes horizontales, portadoras de diatomeas, de extensión restringida, que descansan sobre areniscas micáceas o sobre bancos de arena y se hallan cubiertos en parte por una arenisca roja-conglomerádica. A lo largo de la barranca del arroyo, en unos 2 km de extensión se observan varios asomos de material diatomítico (TURNER, 1964).

El material en cuestión es blando, friable, de coloración blanquecina, estratificado y manchado en parte por óxidos de hierro. El color más blanco se presenta en una capa de 0,60 m de espesor y de acuerdo, al análisis microscópico del primero de los autores citados, está compuesto por granos de cuarzo, biotita, feldespato y calcita, que alcanzan en conjunto una proporción de alrededor del 50%, el resto corresponde a frústulos de varias especies de diatomeas de agua dulce.

Durante la época de la confección de este trabajo no se registraba ninguna actividad y a juzgar por los datos que se tiene nunca fue explotado.

## FLUORITA

La fluorita, en la región que nos ocupa, viene siendo aprovechada desde la década del cuarenta, con la explotación de los depósitos localizados en el departamento El Alto, provincia de Catamarca, especialmente en la mina "Dal".

En todos los casos se trata de depósitos vetiformes que registran afloramientos de varias decenas a centenares de metros, alojados en distintos tipos de fracturas y brechas que interesan rocas graníticas, esquistos cristalinos y diques volcánicos. Sus espesores son variables, desde 0,20-0,50; a más de 2 m y hasta 25 m de relleno de brecha en rocas volcánicas, diatrema, (C<sup>o</sup> Chus Chus, La Rioja).

El fluoruro de calcio se presenta en guías de textura generalmente fibrosa de grano fino, compacto, a veces en grandes cristales con tendencia al idiomorfismo. Su estructura en la mayoría de los casos es bandeada observándose también brechosa. El mineral posee coloraciones variables, entre el blanco, violeta claro a oscuro, amarillo y verde con tono azulado.

Con frecuencia acompañan a la fluorita como ganga, sílice con sus diferentes variedades, calcita, baritina y sulfuros; también aparece ella misma como ganga asociada a menas de baritina y de sulfuros, igualmente se ha verificado su presencia en pequeñas cantidades en yacimientos de wolframita, scheelita y casiterita.

Las menas fluoríticas corresponden a un origen hidro-

termal, de variado rango, preferentemente epi a mesothermal, vinculados a rocas plutónicas asignadas al Precámbrico-Paleozoico inferior y a vulcanitas más jóvenes.

Depósitos de fluorita se registran en el ámbito de las Sierras Pampeanas, en las provincias de Catamarca, departamentos El Alto y Ancasti, y en La Rioja, en diversos distritos barítico-fluoríticos, emplazados en los departamentos Lamadrid, Independencia y General Lavalle.

La fluorita, por su contenido en fluor, constituye el único mineral utilizado como fuente de abastecimiento de dicho elemento. La producción se la destina a las industrias metalúrgicas (para la obtención de escorias de bajo punto de fusión), química, cerámica y del vidrio.

El renglón que nos ocupa no muestra un lugar destacado dentro del conjunto de las actividades mineras de la región. El aporte al abastecimiento nacional representa porcentajes de 19, 6 y 6 (Fig. 9) para los quinquenios 1965-69; 1970-74 y 1975-79, respectivamente.

La contribución al producido nacional corresponde a Catamarca acompañándola sólo La Rioja, que ha aportado volúmenes muy modestos a partir del año 1976.

## CATAMARCA

Numerosas son las minas registradas en los departamentos El Alto y Ancasti, entre otras las conocidas "Dal", "Elena", "Cora", "Ana", "Payca", "Cusca", "Encarnación" y "Esquiú", de todas ellas las que revisten mayor interés y que vienen siendo motivo de explotación son las dos citadas en primer término.

Las concentraciones fluoríticas rellenan fracturas que, generalmente se disponen en sistemas de fallas bien definidos, alojados en rocas graníticas emplazadas en un ambiente de basamento cristalino.

La mineralización está asociada a una ganga silícea, especialmente cuarzo y calcedonia, y sus leyes en fluoruro de calcio oscilan entre 40 y 90 %. Las menas, que presentan estructura bandeada, brechosa y también masiva, se presentan en vetas, a veces de hábito bolsoneo, con potencias de pocos centímetros hasta los 2 m.

La producción total de la provincia, desde el año 1965 a 1979, fue de 43.976 t, con el siguiente promedio por quinquenio: 1965-69, 18.096; 1970-74, 14.301 y 1975-79, 11.539.

### "Dal"

Esta propiedad, de tres pertenencias, se ubica en el departamento El Alto, distrito Guayamba. Dista 15 km desde El Alto con acceso por camino enripiado hasta Alijilan y desde esta población, por camino particular, unos 5 km en dirección este.

El depósito fluorítico se emplaza en un ambiente de esquistos, integrados principalmente por gneises y micaesquistos, y granitos de tono rosado y grano mediano a fino, ricos en feldespato potásico y mica muscovítica.

El yacimiento consiste en un cuerpo vetiforme de posición vertical a sub-vertical y orientación general NO-



SE; se extiende unos 400 m de longitud rellenando una fractura bien definida en el granito; roca que se muestra poco alterada con diaclasamiento perpendicular al plano de veta y pequeñas fallas que desplazan a la misma en algunos sectores. La veta se diluye y extrangula al entrar en contacto con los esquistos, dado su menor competencia a la fracturación respecto del granito.

La mineralización en ciertos sectores suele bifurcarse en pequeñas venillas dentro de granito conformando una estructura de brecha y también se ramifica constituyendo vetas subparalelas. El espesor varía entre pocos centímetros hasta 2 m, con una potencia media de 1,10 m.

El cuerpo fluorítico, que presenta una estructura masiva, bandeada y en partes brechosas, muestra mineral de grano mediano a grueso, de color blanco grisáceo, verde azulado y violeta, asociado a cuarzo y calcedonia.

Se evidencian dos generaciones, una formada por fluorita violácea y cuarzo masivo y una segunda preferentemente por fluorita blanca y verde azulada con cuarzo cristalino, a modo de drusas, y abundante calcedonia.

El análisis de dos muestras comunes, extraídas durante la visita a la propiedad realizada en marzo de 1980, arrojaron los siguientes contenidos:

	Muestra 1	Muestra 2
F <sub>2</sub> Ca ....	44,50 %	84,30 %
SiO <sub>2</sub> .....	54,90 %	15,50 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ....	0,50 %	0,30 %

La muestra n° 1 corresponde al nivel + 30, con un espesor de 0,90 m, y la muestra n° 2 del nivel - 45 con espesor de 1,10 m.

Según PETEC (1969) las reservas totales del yacimiento ascienden a 70.000 t con leyes de 63 a 74 % F<sub>2</sub>Ca.

El yacimiento, que viene siendo explotado en forma discontinua desde hace cuatro décadas, registra un laboreo superficial que consiste en una labor a cielo abierto a lo largo de todo el afloramiento con una profundidad que oscila entre 3 y 15 m y un laboreo subterráneo en 3 niveles (+ 30; 0 y - 45), con realce en los sectores más ricos. El total del laboreo subterráneo, contabilizando galerías, cortavetas, chimeneas, piques, etc. asciende a unos 800 m.

La firma Molinos Isern S.A., que en los últimos cinco años explota el yacimiento, cuenta con una planta de concentración primaria en el mismo yacimiento, que selecciona al mineral mediante seis cribas de diferentes diámetro. En la época en que se visitó el yacimiento la producción máxima mensual alcanzaba unas 60 t de mineral grado metalúrgico.

#### Grupo "Elena", "Cora" y otras

El yacimiento que abarca las minas de este grupo, se localiza a unos 1.500 m al sur del Puesto Los Mudaderos, distrito Guayamba, departamento El Alto, entre los kilómetros 165 y 166 de la ruta nacional n° 64 que une las ciudades de Catamarca con Santiago del Estero.

Comprende una serie de diez pertenencias, distribuidas en sentido noreste-suroeste ("Elena", "Cora",

"Ana" y "Juanita"), que cubren cuatro vetas principales alojadas en un ambiente de basamento cristalino compuesto por metamorfitas, rocas graníticas y mixtas. Las primeras están representadas por micacitas y filitas y las segundas por rocas porfíroides grisáceas y rosadas de grano mediano, con visibles efectos cataclásticos. También se registran en el área algunos cuerpos pegmatíticos portadores de berilo.

La mineralización fluorítica se ubica en un sistema de fallas, observándose brechamiento de los minerales componentes de la mena que indica reactivación de las fallas con una fase mineralizante más moderna que produjo la compactación de las vetas. En algunos sectores la mineralización adopta hábito bolsonero con mineral de buena calidad.

Las vetas tienen como roca de caja al granito porfíroide y raramente encajan en las rocas metamórficas. Se suelen registrar venillas de fluorita que rellenan diaclasas y fracturas menores asociadas a las fracturas mayores. La alteración de la roca de caja es incipiente, observándose solamente una débil silicificación en los contactos con las salbandas de los filones.

La mena consiste en fluorita masiva, de grano mediano a grueso acompañada de calcedonia y cuarzo cristalino. La estructura en gran parte es brechosa y también en sectores marcadamente bandeada con alternancia de fluorita de distinta coloración y de los componentes silíceos.

El color de la fluorita es variado, predominando el violeta claro hasta oscuro, azul, verde claro, rosado y por último el blanco, que es el menos frecuente.

El rumbo de las vetas oscila entre N 10°-50° con buzamientos de 80° al NO hasta la vertical; los afloramientos, con ciertas discontinuidades, alcanzan longitudes entre 80 y 400 m y potencias desde pocos centímetros hasta 1,70 metros.

De los últimos estudios realizados por BALMACEDA (1974) y DE LA IGLESIA y ACOSTA (1975) del área que nos ocupa, surge una reserva total de 10.444,5 t de mineral con una ley media de 60,45 % F<sub>2</sub>Ca. Dicha ley fue obtenida mediante la ponderación del análisis de 110 muestras extraídas en un muestreo sistemático.

Algunas de las vetas fueron motivo de explotación en forma esporádica desde hace más de 20 años, registrándose un laboreo superficial mediante rajes a cielo abierto con profundidades de 3 a 5 m. La veta conocida como n° 1, que alcanza una longitud de unos 400 m, muestra 280 m de labores subterráneas (niveles -8 y -40) y las restantes vetas otros 100 m en diferentes niveles.

En la época en que se visitó el yacimiento (marzo de 1980), la explotación estaba paralizada y las labores en gran parte anegadas.

Del conjunto de minas solamente la "Elena" (veta n° 1), propiedad de Molinos Isern S.A., registró producción esporádica en los últimos cinco años, con aporte de mineral grado metalúrgico.

#### LA RIOJA

La extracción de este mineral en la provincia es muy escasa y se realiza en forma intermitente. Según los datos de la Estadística Minera de la República Argentina el total producido desde 1945 a 1979 es de 590 t, con un máximo de 240 t en el año 1976; el Departamento de Economía Minera de la Dirección



de Minería Provincial, para el año 1979, indica una producción de 23 t para la mina "Campamento" (área del cerro Chus-Chus) y 25 y 30 t para "Rosarito" e "Isabel" (departamento Independencia) respectivamente.

La presencia de este fluoruro de calcio se verifica en muchos casos como un acompañante menor en vetas de baritina, que son explotadas por este mineral, por lo tanto la descripción particular de cada una de ellas puede verse en este capítulo. Por otro lado, cabe mencionar la presencia de cuerpos de relleno de fracturas y brechas localizados al N de la provincia, en el área del cerro Chus-Chus, distrito este al que se le asignan reservas del orden del millón de toneladas.

Por lo general, se trata de cuerpos vetiformes originados por soluciones hidrotermales de variable rango de temperatura, alojados en rocas metamórficas y graníticas asignadas al Precámbrico y/o Paleozoico inferior y vulcanitas que se emplazan a modo de diques, no referidas a ninguna edad en particular (cerro Chus-Chus).

Se localizan en el ámbito de las Sierras Pampeanas, siendo los principales distritos barítico-fluoríticos los del cerro Asperécito, Bajo de las Minas, Agua Quemada y Talampaya. (ver capítulo baritina), mientras que en cerro Chus-Chus es esencialmente fluorítico.

#### *Grupo minero Cerro Asperécito*

Situado a 9 km al NO de la localidad de Villa Castelli, en el departamento General Lamadrid, comprende las minas "Victoria" y "Ernesto", las cuales, según MASTANDREA y VALDEZ (1968) tiene una corrida, de veta, entre visible, cubierta y supuesta de 600 m con potencias de 0,30 a 0,67 m; en la primera se han cubicado tres bloques, con 21.958 t en total, entre mineral indicado e inferido, con leyes promedio de 30,8 %  $\text{SO}_4\text{Ba}$ , 20,9 %  $\text{SO}_4\text{Sr}$  y 37,8 %  $\text{F}_2\text{Ca}$ , mientras que en la segunda se cubicaron 248 t de mineral indicado con potencia media de 0,48 m, de donde una muestra registró 21,15  $\text{F}_2\text{Ca}$ .

#### *Distrito Bajo de Las Minas*

Se sitúa a unos 22 km al NNO de la localidad de Amaná, en el departamento Independencia y en él se conocen las minas "Isabel" y "La Mendocina". En la primera se presentan dos vetas subparalelas, de rumbo NO y fuerte inclinación al E, de hábito bolsoneo, con potencias entre 0,40 y 2 m; la veta occidental posee 300 m de largo y entre ellas existen sectores con hasta 50 % de fluorita y el resto baritina. En "La Mendocina", la fluorita alcanza una proporción de 10 %.

#### *Distrito Agua Quemada*

Emplazado en el faldeo sudoriental de la sierra de Vilgo, a unos 18 km al NE de la localidad de Amaná, en el departamento Independencia contiene la mina "San Nicolás I y II", cuyo yacimiento consiste en dos vetas de rumbo N-S que inclinan 60-80° al O, con potencias de alrededor de 0,35 m; el mineral principal es baritina, acompañada por fluorita de coloración verde clara, en proporciones variables.

#### *Distrito Talampaya*

Se localiza en el faldeo occidental de la sierra de Sañogasta, a más de 150 km al NO de la localidad de Patquía, en el departamento General Lavalle.

Se reconocieron 9 vetas de rumbo general NO-SE y eventualmente N-S, verticales a subverticales, en una superficie aproximada de 500 ha; su hábito es bolsoneo y llegan a tener 6 m de potencia, aunque comúnmente varían entre 1 y 2 m. La mineralización consiste en baritina, fluorita verde hasta celeste y violácea, calcita y cuarzo; la fluorita participa con proporciones que varían entre el 10 y el 30 % del conjunto.

Para este distrito, según PLAN LA RIOJA-SERVICIO MINERO NACIONAL (1980) se han calculado entre mineral indicado e inferido volúmenes del orden de las 160.000 t de baritina y 140.000 t de fluorita.

#### *Cerro Chus-Chus*

El área que se conoce con este nombre se localiza al E de los cerros de Cuminchango y al O del río Tendal, a unos 175 km al N de la localidad de Villa Unión, en el distrito Vinchina, departamento General Sarmiento. Se alcanza la misma desde la localidad citada, a través de la ruta provincial n° 21 hacia el N pasando por Villa Castelli y Vinchina, hasta Jagüé, de donde se deben continuar 80 km al N por el camino que sigue el río Potrero Grande hasta el paraje El Cuadro y de allí los 20 km restantes, en vehículos doble tracción, por el río Tendal que pasa algo al E de los yacimientos. Según el Padrón Minero de 1978 existían en el área 5 minas a nombre de la firma Minera del Oeste S.A. declaradas por fluorita, de 6 pertenencias cada una cubriendo un total de 180 ha. Los datos de producción existentes en la Dirección Provincial de Minería señalan una extracción, en 1979, de 23 t de una de ellas ("Campamento").

El ambiente geológico que conforma esta comarca, que presenta características de diversas regiones morfoestructurales dada su ubicación geográfica, está representado, según MAISONAVE (1979), por un basamento metamórfico asignado a la F. Espinal (Precámbrico) y leptometamorfitas, principalmente pelíticas, de la F. Río Bonete (Llandeiliiano), intruídas por diques de pórfidos andesíticos y otras vulcanitas ácidas. Hacia el E se disponen sedimentitas del Paganzo (F. Agua Colorada). Estructuralmente se observa un fallamiento en bloques, de rumbo general N-S, producto de los movimientos Andicos.

JUTORAN (1970) señala que la mineralización se presenta en vetas como rellenos de fracturas, en las metamorfitas; en fallas y diaclasas presentes en los diques volcánicos y en los contactos de éstos, y eventualmente, a modo de "chimenea de brecha" (ver fig. 23). El mismo autor divide el área conocida como Las Pampitas en 4 sectores a saber: Sur, Noroeste, Centro-sur y Central. Las leyes en fluoruro de calcio son variables, oscilando normalmente entre 40-60 y hasta más de 80 % en los sectores más ricos.

**Sector Sur:** Se emplaza una veta en rosario, aflorante en más de 500 m, de rumbo NNO, con una zona central principal de 150 m de largo y ancho medio de 10 m con rumbo N 18° O. Presenta una estructura







brechosa, con clastos angulosos y de variado tamaño de fluorita, cementados por calcita, pulverizada en algunos sectores y teñida por óxidos de hierro. Microscópicamente los bloques están constituidos por fluorita en cristales con un relleno de cuarzo entre ellos.

**Sector Noroeste:** Aquí el depósito presenta una forma elongada en dirección N-S y está compuesta por 4 cuerpos mineralizados que en conjunto cubren una superficie de 5.300 m<sup>2</sup> con una diferencia de altura de 85 m; poseen una estructura brechosa compuesta por fragmentos angulosos de una vulcanita de textura porfírica y color amarillento, cementada por fluorita blanca amarillenta, cuarzo, baritina, calcita y limonita; suele registrarse asimismo fluorita violeta que corta a los fragmentos de roca.

**Sector Centrosur:** Se han considerado dos cuerpos mineralizados, uno denominado Labor Legal y otro situado al SO de él. El primero, que presenta una forma rectangular-irregular y cubre unos 750 m<sup>2</sup>, es una chimenea de brecha (diatrema) de aproximadamente 30 m de largo por 25 de ancho, abierta a través de un dique volcánico; el segundo es una veta aflorante con intermitencias en unos 150 m, con espesor cercano al metro, de rumbo N 50° E con algunos cambios ocasionados por fallas.

**Sector Central:** Existen 4 vetas, la principal tiene, rumbo E-O y rellena una falla premineral que corta a un dique volcánico, posee 70 m de largo y un ancho de aproximadamente 1 metro.

En cuanto al origen de estos cuerpos JUTORAN (op. cit) los asigna a soluciones hidrotermales de alta temperatura y metasomatismo, debido a la ausencia de ópalo y calcedonia y la presencia de cristales octaédricos de fluorita; además señala una intensa silificación previa a la mineralización.

Este autor mediante la realización de 1.600 m de trinchera y 250 m de perforaciones, estima con la categoría de probable y posible, reservas del orden de las 860.000 t, para la zona Las Pampitas. Posteriormente realiza una estimación adicional, sumando 77.500 t a las ya existentes y cubica además las reservas de las zonas Sarna y Lana, totalizando para todos los depósitos del área del cerro en cuestión la suma de 950.909 toneladas.

## FOSFORITAS

Con este nombre se conocen rocas sedimentarias, de origen marino, depositadas en ambiente de poca profundidad, que contienen porcentajes anómalos en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y una mineralogía compleja, representada esencialmente por colofano.

El aprovechamiento de estas concentraciones fosfáticas se ha ido incrementando a nivel mundial y su prospección se está fomentando en todo el mundo, ya que constituyen una materia prima básica en la elaboración de fertilizantes. Las tareas atinentes a estas rocas, en la República Argentina, se vienen desarrollando a través del Plan Fosforita, del Servicio Minero Nacional desde principio de la década del setenta.

Hasta el presente, en nuestro país se han reconocido algunas manifestaciones de fosforitas, de diversos grados de interés, que se localizan en distintas regiones del territorio. Para el caso particular del NOA

cabe destacar la presencia de niveles con restos de *Lingula* (braquiópodo) portadores de fosfatos tricálcico, que se intercalan en una secuencia cuarcítica de edad ordovícica.

De acuerdo a los estudios llevados a cabo por MASTANDREA y LEANZA (1975) y FABRICACIONES MILITARES (1976), el área con hallazgos fosfáticos constituye una franja que cubre la porción occidental del norte de Salta y parte del sudeste jujeño; su rumbo general es NNE-SSO y posee una longitud cercana a los 220 km, extendiéndose desde el límite argentino-boliviano (Salta) por el norte hasta la sierra de Zapla (Jujuy) por el sur, abarcando una superficie aproximada de 3.000 km<sup>2</sup>.

La institución ya citada efectuó una prospección a través de ríos y arroyos, revisando 25 zonas dentro de la faja a que se hizo referencia; en base a los resultados obtenidos se eligieron 6 de ellas, las que divididas en dos sectores son:

**Sector Sur:** Zona río Capillas (Jujuy); esta, que se describe más adelante, se sitúa en la sierra de Zapla y constituye el área de mayor interés con diversos niveles, de espesores que oscilan entre menos de 0,05 a 3 m y leyes de hasta 17 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Zona río Ocloyas (Jujuy): se observaron varios bancos con espesores de 1 a 2 m y leyes puntuales de alrededor de 7,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Sector Norte:** Zona de los ríos Margaritas-San Lucas (Jujuy): se presentan varios bancos, de los cuales se destaca uno de 2,5 m de potencia y 14,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como valor puntual.

Zona del Río Negro (Jujuy): 4 son los bancos portadores con espesores de 0,8 a 1,6 m y leyes de 4,1 a 5,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Zona de los ríos Santa Rosa o Condado-La Misión (Salta): allí se presenta un banco principal de 1,10 m de espesor con tenores de hasta 10,98 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Zona ríos Porongal, Iruya y Alisar (Salta): en el primero de estos cursos se detectaron bancos delgados y de bajos contenidos; en el segundo, un banco de 1 m de potencia que registra 1 a 3 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y en el tercero uno de 1,20 m de espesor que arrojó valores de hasta 11,9 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### Area río Capillas

Localizada a unos 25 km, en línea recta, al NE de la ciudad de San Salvador de Jujuy; su rasgo esencial lo constituye el río homónimo que ha cortado el flanco oriental del anticlinal de Zapla, poniendo al descubierto rocas sedimentarias ordovícicas que conforman el núcleo de esa estructura. Esas sedimentitas, esencialmente cuarcíticas, son portadoras de restos de *Lingula* (de las cuales se han reconocido *Lingula inornata* y *Lingula lineata* Hoek.).

MASTANDREA y LEANZA (1975) señalan para el área distintas unidades formacionales de interés; entre ellas se reconocen: F. Centinela (Caradociano), compuesta por ortocuarcitas de granulometría mediana, portadora de 3 niveles con *Lingulas* con potencias inferiores a 0,05 m y leyes de 5 a 11 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por debajo se presenta la F. Labrador (Llanvirniano) en la que se destacan areniscas verdes con pelitas arenosas intercaladas, más fácilmente erosionable que la anterior formación dada su baja resistencia, que lleva



9 niveles con Línulas, siendo el más importante uno que acusa 2,16 m de espesor y ley media de 6,8 %  $P_2O_5$ ; éste presenta en su parte central un subnivel lenticular de 0,15 m de espesor con 17 %  $P_2O_5$ . Debajo de esta unidad se encuentra la F. Capillas (Llanvirniano) consistente en areniscas medianas y finas con 4 niveles de Línulas. La base de esa secuencia está representada por pelitas arenosas y areniscas gris verdosas con intercalaciones de areniscas cuarcíticas, correspondientes a la F. Zanjón (Arenigiano), en la cual se han detectado dos niveles con los braquiopodos mencionados, de potencias entre 0,05 y 0,15 m y tenores de 5 a 12 %  $P_2O_5$ .

El material fosfático del área en cuestión ha sido objeto de estudios de rendimiento microbiológico con resultados satisfactorios así también como de un muestreo de gran volumen para estudios agrotécnicos y mineralúrgicos.

En el sector E de esta zona, en el paraje denominado Cargadero Chauque, LIZARRAGA y RAMALLO (1977), señalan la presencia de un banco portador de fosfatos, aflorante en algo más de 1.000 m en sentido general N-S e inclinando 21° al E, con una potencia media de 3 m y ley media de 4,6 %  $P_2O_5$ , al que asignan reservas del orden de las 315.000 t de mineral, considerando 40 m de profundidad sobre la inclinación del banco.

#### *Área de la mina de hierro "9 de Octubre"*

En las cercanías de esta mina, situada a 36 km al ENE de la capital provincial, MASTANDREA y LEANZA (op. cit.) han hallado, dentro de la F. Centinela, algunos niveles anómalos en fósforo, de los cuales el principal, ubicado en la parte media de la formación mencionada, posee una corrida de 600 m con espesores variables entre 0,20 y 0,32 m, compuesto por un material limo-arcilloso pardo-rojizo que aglutina restos fragmentarios de Línula; sus leyes oscilan entre 2,8 y 5,9 %  $P_2O_5$ . Otra faja de 0,35 m de espesor, con ley 5,1 %  $P_2O_5$  fue determinada en el interior de la mina en cuestión (Nivel -275).

#### GRAFITO

La producción de este mineral en la región que nos ocupa, procede exclusivamente de la provincia de La Rioja, la cual comienza su extracción a mediados de la década del 60, aunque su existencia ya era conocida desde años anteriores.

Los depósitos presentes en esta provincia se sitúan en ambiente de las Sierras Pampeanas Noroccidentales, principalmente en su faja occidental (sierra de Maz o de Villa Unión) y también en la oriental (sector S de la sierra de Ambato), ubicándose en la primera de ellas, entre otras las minas "Los Dos" y "La Espuela", y en la segunda, las nuevas manifestaciones de la quebrada del Borracho. Se emplazan en rocas metamórficas de variado rango, ya sea esquistos, metacuarcitas o calizas cristalinas, referidas a los tiempos Precámbricos; también se disponen en zonas de fallas que afectan las referidas rocas.

Los principales volúmenes extraídos provienen de la mina "Los Dos", cuyo producido es tratado en una planta de flotación situada en la localidad de Villa Unión. La Estadística Minera de la República Argentina señala una producción total de 1966 a 1979 de 506 t, discriminada en los siguientes promedios

por quinquenio, expresados en toneladas de concentrado con una ley que oscila entre 70 y 75 % de carbono grafitico; 1965-69: 26,4; 1970-74: 41 y 1975-79: 37; con un máximo en 1976 de 90.

#### LA RIOJA

##### *Villa Unión*

Este distrito comprende un área de cerca de 300 km<sup>2</sup> que cubre la parte central del faldeo oriental de la sierra de Maz, el sector norte del cerro Punta Colorada y la sierra de Las Ramaditas, elevaciones enclavadas en ambiente de la región morfoestructural de las Sierras Pampeanas y ubicadas al oeste de la localidad de Villa Unión, en el departamento General Lavalle; en esa extensión se ubican varios depósitos y manifestaciones del mineral en cuestión, de las cuales la única que figura en el Padrón Minero del año 1978 es la mina "Los Dos".

Geológicamente en el área predominan rocas de edad precámbrica, representadas por las metamorfitas de la F. Espinal, compuesta por esquistos cuarzo-micáceos, cuarcitas, calizas y anfibolitas, intruídas por una roca ultrabásica ("Los Dos"), e inyecciones cuarzo-feldespáticas en formas de filones y venas concordantes. Apoyan en neta discordancia sedimentitas continentales rojizas y verdosas, de granulometría variable que corresponden a las F. Guandacol, Tupe y Patquía (Carbónico-Pérmico). Por último se disponen los sedimentos aluviales del Cuaternario y reciente.

Las metamorfitas del basamento se disponen en una estructura regional del tipo homoclinal subvertical, de rumbo N-S, afectada localmente por replegamientos fuertes. En el conjunto metamórfico existen varios bancos o lentes portadores de grafito, representados por cuarcitas ("Los Dos"), calizas cristalinas ("Las Ramaditas") y esquistos cuarzo-micáceos ("La Merced", "Las Sardinas" y "La Espuela"). En ellas el grafito se halla diseminado más o menos homogéneamente en laminillas cristalinas de cerca de 2 mm, y también en masas amorfas, según SISTER y CARRION (1957) para "Las Ramaditas".

El contenido de carbono inicial en estas rocas podría deberse a la presencia de materia orgánica, o a la descomposición de carbonatos, que luego pasa a grafito por acción del metamorfismo térmico.

"Los Dos": Amparada por tres pertenencias a nombre del señor Félix Martínez, se halla ubicada en el paraje denominado El Vallecito, al pie oriental de la sierra de Maz. Su acceso se realiza desde la localidad de Villa Unión tomando la ruta nacional nº 40 hacia Guandacol, desde donde a los 14 km de recorrido parte una huella hacia el norte, de 10 km, hasta el yacimiento.

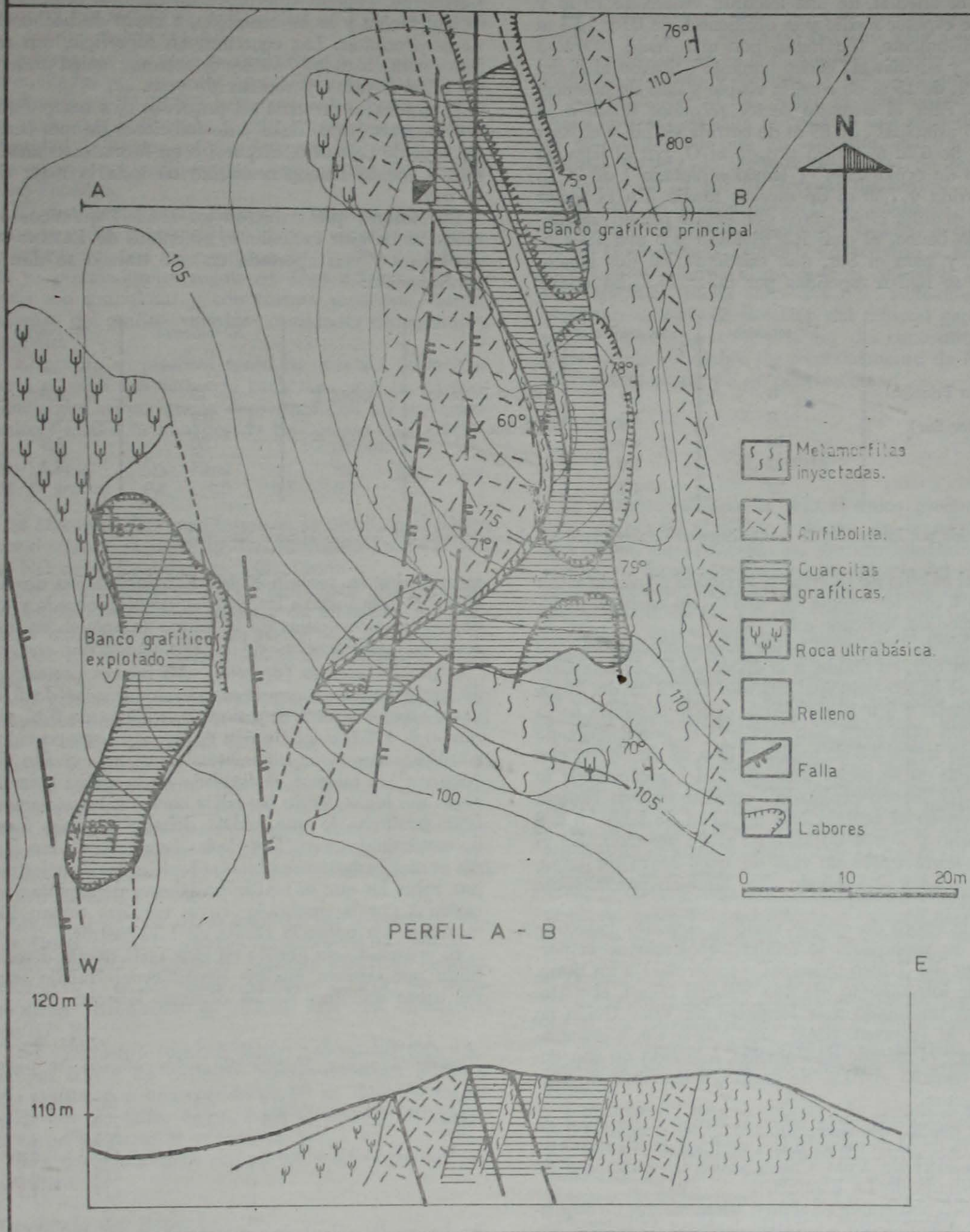
El depósito se emplaza en el margen occidental de un amplio valle, de dirección N-S, que constituye el límite oriental de la sierra de Maz, conocida en ese lugar como sierra de Barreal. Su ambiente geológico está constituido por cuarcitas, esquistos biotíticos, en parte granatíferos y anfibolitas que presentan en sectores masas puras de anfíboles grisáceos, intruídas por una serpentinita verde oscura a negra, que además muestra inyecciones cuarzo-feldespáticas aplíticas y reventones pegmatíticos.

El yacimiento (Fig. 24), alojado en la F. Espinal, lo constituyen cuarcitas de grano mediano de coloración



Fig. 24

PLANO GEOLOGICO Y PERFIL MINA "LOS DOS", DPTO. LAVALLE ,  
LA RIOJA. SEGUN LAVANDAIO ,1968 (sector sur, simplificado).





amarillenta a gris clara, algo esquistosa, con diseminación de grafito, que se disponen en bancos de carácter lenticular, subparalelos, de rumbo general N-S e inclinaciones desde vertical a 75-80° al O. Siguiendo a LAVANDAIO (1968) se divide el depósito en dos sectores: Norte y Sur, separados por unos 70 m: para el primero reconoce un "banco principal" con dos corridas, la oriental, de una longitud visible de 75 m y 1,46 de espesor medio y la occidental, de 60 y 1,53 m respectivamente, separadas por una lente cuarzosa estéril, y además el "banco noroeste", situado al E del anterior, de 15 m de corrida visible y 2,05 de potencia media. Para el segundo sector reconoce también el "banco principal", de 65 m de corrida visible y espesor medio de 6,20 m y otro situado al O, por él llamado "banco de explotación" ("banco explotado") de 37 m de corrida y 7,50 m de espesor medio. En el sector Norte, el autor citado, cree que existió primitivamente un solo banco, el cual fue dividido por una falla oblicua, y para el Sur, que existieron los dos bancos o que se hallan repetidos por fallas N-S, las cuales

son comunes en el área del yacimiento. La roca de caja está representada por esquistos principalmente y rocas ultrabásicas; en el banco principal (sector Sur) la caja oriental es un esquisto biotítico-granatífero y la occidental esquisto biotítico, en la porción austral del mismo existe un ensanchamiento, posiblemente dado por los replegamientos existentes, además de un fallamiento oblicuo, que provocan cambios bruscos en la inclinación y la intercalación, a modo de bochones, de serpentinitas. Las cuarcitas, en superficie, son relativamente blandas y fáciles de separar, suelen presentar eflorescencias y venillas de yeso.

El grafito se presenta en pequeños ojos compuestos por escamas (tipo "flake") de fracciones de mm hasta 1-2 mm de diámetro, dispuestos en forma diseminada más o menos homogéneamente en toda la masa de la roca.

Los valores que arrojaron los análisis químicos de muestras en este yacimiento, obtenidos de LAVANDAIO (op. cit.) y una aportada en este trabajo se dan a continuación:

	Nº muestra	% grafito			Nº muestra	% grafito
Banco Principal (Sector Sur)	4	5,2	Banco Principal (Sector Norte)	corrida E:	16	6,5
	6	3,0			18	4,8
	8	5,0		corrida O:	20	3,9
	10	4,9			22	5,2
	12	7,6				
	38°	4,4				

\* Extraída por los autores de este trabajo; análisis realizado en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional.

En el cálculo de reservas se arribó al siguiente total: 60.783 t con ley media de 4,64 % de carbono grafitico (medido, indicado e inferido).

El laboreo realizado posee mayor envergadura en el sector Sur, en donde, a la época de la visita, existía sobre el banco principal un rajo de 18 m de largo, 6 de ancho y 8 a 10 de altura, que se continúa hacia el N con otro cuyo piso está a 3 m por debajo, de 45 m de largo, 5-6 de ancho y 10 a 12 de altura, con un pique en su sector septentrional (inaccesible); la labor del "banco explotado", consiste en una cantera alargada en el sentido N-S de 40 m de largo, 6 a 8 de ancho y 2 a 4 de alto, en parte aterrado. En el sector norte existe un rajo de unos 15 m de largo, 2 de ancho y 2 a 2,5 de alto, también parcialmente aterrado.

En la época en que se visitó el depósito (julio de 1980) su propietario lo estaba trabajando en la porción sur del "banco principal" (sector sur) a un ritmo, aunque intermitente, de una 250-280 t/mes, el material era trasladado a la localidad de Villa Unión en donde la empresa posee una planta de concentración, por el método de flotación, logrando un concentrado cercano al 70 % de grafito, a un ritmo de 400-500 kg/día.

"La Espuela": Se sitúa sobre el flanco sudoriental de la sierra de Miz, unos 15 km, en línea recta, al SO de la localidad de Villa Unión, sobre las barrancas de la quebrada de La Espuela.

Pueden observarse en el área afloramientos de esquistos cuarzo-micáceos con intercalaciones de calizas, anfíbolitas y cuarcitas de edad precámbrica, en bancos

arrumbados en sentido N 10° E e inclinación de 40-70° al E, que forman las paredes de la quebrada citada, en las partes altas de la misma se apoyan en discordancia sedimentitas de la F. Guandacol.

Según LAVANDAIO (op. cit.), dos bancos portadores de grafito, uno de esquistos cuarzo-micáceos de 0,50 m de espesor y otro de calizas cristalinas de 0,20, de rumbo N 15° E e inclinación de 50° al E, son cortados por dos fallas N-S, las mismas contienen grafito de "arrastre", el mineral se extiende hacia arriba y hacia abajo del lugar donde las fallas cortan a las metamorfitas grafitosas lo que podría deberse a varias fases de movimientos verticales de las fracturas; de esa forma se originaron sendas fajas milonitizadas de color negro, sobre las que se realizaron labores de explotación, cortadas por la quebrada, cuyas corridas suman 130 m y con una potencia media de 1,30 metros.

El contenido de grafito en esas fajas queda demostrado por algunos análisis tomados del trabajo citado, sobre muestras de las distintas labores:

Labor 1		Labor 2		Labor 3	
Muestra	% grafito	Muestra	% grafito	Muestra	% grafito
201	1,6	218	4,2	207	1,2
203	1,3	219	3,0	209	3,0
205	1,5			211	4,2
				213	2,2
				215	4,4
				217	1,7

La ley media calculada por ese autor para todo el yacimiento asciende a 2,8 % de grafito.



El laboreo consiste en tres galerías, dos al norte de la quebrada, la del cuerpo O de 35 m de largo y la del E de 13 m, y una al sud de la misma, de 70 m de longitud, donde a 40 m de bocamina hay un pique de 5 m de profundidad.

"Las Ramaditas": Se trata de un área mineralizada ubicada en el sector central de la sierra homónima, a unos 12 km al NO de la localidad de Villa Unión, en el distrito Banda Florida.

Afloran en esa zona metamorfitas precámbricas representadas por esquistos inyectados, de rumbo N-S e inclinaciones de 78-80° hasta verticales, entre los que se intercalan anfibolitas y calizas cristalinas con gran cantidad de filones aplítico-pegmatíticos, cubiertas hacia el sud por sedimentitas continentales del Carbónico-Pérmico.

El yacimiento, según SISTER y CARRION (1957), consiste en varios bancos carbonáticos, a veces lenticulares, concordantes con los esquistos, de espesor de 2 hasta 11 m pudiéndolos seguir en unos 2,5 km. Las calizas son granulosas y con textura sacaroide, llevan, además del grafito, variables cantidades de epidoto y granate.

El grafito se presenta tanto en escamas (tipo "flake") o como una sustancia carbonosa amorfa. El contenido del mismo queda demostrado en los siguientes valores analíticos tomados de LAVANDAIO (op. cit.).

Nº Muestra	103	109	113	120	124	128
% de grafito	0,8	0,5	0,5	0,7	0,2	0,3

"La Merced": Esta manifestación se ubica en el faldeo occidental de la sierra de Las Ramaditas, unos 22 km al NO de la localidad de Villa Unión.

En su ambiente geológico participan principalmente esquistos micáceos, además de cuarcitas, anfibolitas y calizas, con rumbo N 10-20° E e inclinación de 60-70° E; existen filones aplíticos de hasta 3 m de espesor.

El grafito se presenta en dos bancos paralelos de esquistos de rumbo N 10° E y 63° de inclinación al E; el banco occidental tiene una corrida de pocos metros y 0,55 m de espesor y el oriental alcanza 25 y 0,90 m, este último seccionado por dos pequeñas fallas con relleno pegmatítico (LAVANDAIO, op. cit.). Dos muestras extraídas del trabajo citado precedentemente acusan valores de 2,3 y 2,8 % de grafito, calculando ese autor exiguas reservas del orden de 125 t con 2,3 % de grafito.

"Las Sardinas": Se ubica unos 11 km al oeste de Villa Unión, sobre la margen derecha del río Suri.

Su ambiente geológico presenta similares características que en los casos anteriores estando las metamorfitas arrumbadas en sentido N-S con inclinación de 65° E.

Su yacimiento consiste, según LAVANDAIO (op. cit.) en un banco de esquistos cuarzo-micáceos portador de grafito, con una corrida de 20 m, limitado en sus extremos por fallas de rumbo E-O, con un espesor de 2 m en su parte N y 1 en la Sur.

Los datos analíticos acusan 0,9 y 0,8 % de carbono grafitico.

#### Quebrada del Borracho

En las proximidades del Cebollar, en el departa-

mento Capital, se localiza, según información verbal del Dr. MIGUEL GUERRERO (1980), una interesante manifestación grafitica. El aceso se efectúa por la ruta nac. 38 y a la altura del km 875 del Ferrocarril General Belgrano debe seguirse unos 14 km en dirección ONO, a lomo de mula, hasta alcanzar la denominada Quebrada del Borracho.

La manifestación grafitica, que se emplaza en el extremo sur de la sierra de Ambato, está contenida en esquistos filíticos de la F. Antinaco. Dichos esquistos muestran un rumbo general N 30° E y una inclinación de 65-70° al SE. Según el mencionado profesional la mineralización se halla en una zona de falla, de igual dirección que los esquistos, manifestándose en una corrida de algunos centenares de metros y un ancho de un par de decenas de metros.

Se trata de grafito en escamas, medianas, que se difunden en pequeñas fracturas asociadas a cuarzo y micas (muscovita y biotita). de acuerdo a los estudios realizados hasta el presente el contenido de carbono grafitico, oscila entre 3 y 6 %. Actualmente se practican ensayos de flotación del mineral para comprobar su recuperación y la ley del concentrado. Se registra una sola labor de reconocimiento de 8 m de ancho, 4 de altura y 2 de penetración.

#### GRANATE

##### LA RIOJA

El territorio riojano ha sido el único productor de este silicato de aluminio e hierro, en la región que nos ocupa. La extracción de granate almandínico se efectuó en forma esporádica en la década del cincuenta. Los yacimientos se localizan en la sierra de Uman-go, al norte de Guandacol, departamento Gral. Lamadrid. Distan 97 km por camino y 60 medidos en línea recta desde la localidad citada y se ubican en el faldeo noroccidental de la citada elevación de arrumbamiento NE-SO, a una altura promedio de 3.600 m s.n.m. Las minas están registradas como "Matilde" y "Cordobés", de una y tres pertenencias respectivamente, según el Padrón Minero Provincial (1978).

Se accede desde Guandacol por una huella al NO hasta Finca La Cueva, 45 km, para luego tomar el curso del río Leoncito y las quebradas del Portezuelo y de la Mina sucesivamente, a través de 50 km, hasta arribar al área.

En la zona afloran calizas cristalinas, esquistos anfibólicos, micacitas granatíferas y cuerpos gábrico-anfibólicos que la intruyen; todo el conjunto asignable al Precámbrico.

De acuerdo a FURQUE (1972) en el borde occidental del cerro Cordobés, sector mineralizado, los esquistos se orientan con rumbo N 70° O y una inclinación de 58° N; siendo tal la profusión de granate, que la superficie de esquistosidad adquiere un aspecto rugoso.

GUERRERO (1969) se refiere a la presencia de cuatro franjas o niveles lentiformes de almadino  $-Fe_3Al_2[SiO_4]-$ , intercaladas dentro de un paquete de esquistos de 200 m de espesor, a lo largo de 4 km. La potencia de dichos niveles es de 1 a 2 m y su coloración gris acerada a negro verdoso, salpicada por el tono rojizo, verde y caramelo de los individuos de granate. Estos resaltan por su mayor dureza. Existe una



variación en el tamaño de los mismos, de 8 a 10 cm en el sector sur hasta 0,5 en el norte. SANCHEZ y PARISI (1955) describen cristales de hasta 20 cm de diámetro.

De este mineral, corrientemente utilizado para la elaboración de pastas y polvos abrasivos o pulidores, papel de lijar, etc., se han extraído a partir del año 1950 a 1957 un total de 1.162 t, en el transcurso del año 1957 alcanzó un máximo con 517 t, paralizándose a partir de esa fecha la explotación, según la Estadística Minera de la República Argentina.

#### OCRE

Los ocre son sedimentos arcillosos ricos en óxidos e hidróxidos de hierro que proceden de la destrucción y alteración de diversas rocas y minerales. Están integrados principalmente por un conjunto de especies tales como goethita, lepidocrocita, jarosita, hematita y arcillas ferruginosas; ofrecen colores que van del amarillo claro, amarillo canario, anaranjado, pardo y rojo con distintas tonalidades. Dichos materiales son utilizados preferentemente en cerámica y como pigmentos en pinturas.

En la región que nos ocupa se señalan explotaciones por ocre en las provincias de La Rioja, Jujuy, Salta, siendo la primera de las nombradas la que mantiene, aunque modesta, una producción continuada desde hace más de cuatro décadas.

En el territorio riojano se destacan las acumulaciones de ocre con diferente gama de colores en Corral Amarillo, a unos 60 km al NO de Chilecito, departamento de Famatina; se citan, además concentraciones de ocre rojo en la quebrada de Paiman, a 14 km al OSO de Angulos; en Bordo Atravesado, a 35 km al oeste de Nonogasta y en las inmediaciones de la ruta 40, en Puesto Alegre, distante 60 km al SO de Chilecito. De todas las acumulaciones señaladas sólo fue y sigue siendo motivo de aprovechamiento las de Corral Amarillo, que con distinto ritmo se explota a partir de la década del cuarenta, totalizando desde 1944 a 1978 una producción que asciende, según la Estadística Minera a 14.107 t, registrándose un mayor volumen de producción en los años cincuenta, época que se instaló en la ciudad de Chilecito una planta de molienda y secado. En los últimos años la producción ha descendido a un ritmo de 100-200 t año, debido a que la industria incrementó la utilización de pigmentos sintéticos.

En la provincia de Jujuy, en las cercanías de Tafna, a 10 km al oeste de la ciudad de La Quiaca (departamento Yavi), se citan acumulaciones de ocre de color amarillo, en las partes bajas de terrenos cubiertos por tobas cuaternarias, según ANGELELLI (1940). También se mencionan esporádicas explotaciones de ocre rojo en la quebrada de Humahuaca (departamento Tilcara), Purmamarca, etc., procedentes de las Margas Multicolores, del Subgrupo Santa Bárbara). La Estadística Minera registra para el período 1944-1949 una producción en el territorio provincial de 117 t.

Salta también ha aportado al producido nacional con unas 206 t, en el período 1975-1976. Esta pequeña producción, para uso local, proviene del aprovechamiento de sedimentos cuaternarios, rojizos, que se localizan en las cercanías de Cobres, departamento Los Andes.

#### LA RIOJA

##### Corral Amarillo

En las estribaciones nororientales del nevado de Famatina, al NNE del distrito de La Mejicana, departamento Famatina, entre la sierra de la Faltriguera al este y Los Arenales al oeste, se localiza un depósito de ocre-arcilloso que se conoce con el nombre de Corral Amarillo y que agrupa a las minas "Las Tres Marías", "Corral Amarillo I y II", "Aurora", "San Nicolás" y "Willy I, II y III".

Las citadas propiedades, de una pertenencia cada una distan 60 km de la ciudad de Chilecito. El acceso se realiza por la ruta provincial n° 16 hasta el paraje Los Corrales y de allí 12 km, al SO, por una huela, en buenas condiciones, que conduce a los depósitos cupromolibdíferos del distrito La Mejicana.

El depósito se emplaza a una altura del orden de los 2.800 m s.n.m., en ambas márgenes del río Amarillo, en un área con terrazas sub-horizontales. La geología imperante en la zona está representada por esquistos metamórficos de la F. Negro Peinado (Ordovícico), rocas plutónicas de la F. Nuñorco y materiales detríticos cuaternarios. Estos últimos contienen sedimentos arcillosos sumamente finos que son portadores de niveles ricos en ocre de hierro.

El complejo ocre-arcilloso, que es reconocido en una longitud de 800 m, en dirección norte-sur, y unos 150 de ancho, suprayace a un conglomerado heterogéneo y compacto de color amarillento, que tiene por techo un material limo-arcilloso con capitas delgadas de ocre interdepositados de 1,50 a 3 m de espesor, con una lente conglomerádica intecalada de 0,50 a 0,60 m de potencia, y finalmente 10 a 20 m de material conglomerádico moderno, escasamente cementado. Todo el conjunto registra una suave inclinación de 4 a 12° hacia el SSE.

El banco mineralizado, es variable, ya que verifica adelgazamientos y engrosamientos en distintos sectores, pero por lo general oscila entre 1,50 a 2,50 m. De intenso color amarillo hasta pardo rojizo, contiene lit-par-lit delgadas capas de hierro ("limonitas") que, según los análisis de rayos X, sobre muestras extraídas de los frentes de explotación, consisten en goethita y escasa hematita, asociada a illita.

Dichas capas o niveles con óxidos de hierro, alcanzan normalmente un espesor de 1 a 4 cm y están integrados por finas láminas de hasta 1 mm de grosor, que observan distintas tonalidades entre el amarillo intenso y el pardo oscuro. Las citadas capas limoníticas alternan con niveles arcillo-limosos de color gris parduzco, con espesores algo mayores que los que registran las ocreas. Un recuento, realizado en un frente de explotación de 2 m de potencia, acusa hasta 40 capitas de ocre que se intercalan con otras tantas de arcilla.

Además del horizonte ocre-arcilloso citado, se distinguen, en algunos sectores del depósito, lentes delgadas que suprayacen e infrayacen al principal. VALANIA (1963) describe uno superior de 2 m de espesor y otro inferior de 0,30 en los frentes expuestos en la época que el referido autor efectuó el estudio.

El origen del depósito se atribuye a una sedimentación lacustre en una cuenca provocada por endicamiento, del río Amarillo. La fluencia del citado río, altamente cargado por óxidos, hidróxidos y sulfatos



diversos, provenientes de la meteorización de rocas ricas en óxidos y sulfuros, depositó a los ocre y arcillas en forma de ritmitas estacionales, al perder capacidad de transporte y bajo condiciones físico-químicas favorables.

En los frentes de laboreo se distingue un material de color rojo oscuro a chocolate, que los mineros denominan localmente como "librito", y también lentes de color predominantemente amarillo claro que llaman "canario", ambos una vez secos son terrosos y muestran aspecto de cemento. Un análisis químico de cada una de las variedades, arroja los siguientes contenidos, en por ciento:

	"Canario"	"Librito"
SiO <sub>2</sub> .....	16,0	19,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	57,3	49,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8,4	9,6
MnO .....	vest.	vest.
SO <sub>3</sub> = .....	1,1	1,6
Agua 105-110° .....	6,5	18,04

PERUCA (1975), estima para el total del yacimiento una reserva de 375.000 t de ocre (medidas e indicadas) recuperables y 4.000.000 t de arcillas con 19 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 50 % SiO<sub>2</sub>.

El depósito es explotado en forma manual, con rendimientos bajos, como consecuencia del encape poco consolidado y al material de los conos de deyección laterales. En la margen derecha del río Amarillo se registra un frente de unos 11 m de altura, con encape de 0,70 m de mineral amarillento ("canario") y en su porción superior un material ocráceo pardo oscuro ("librito"), seguido de niveles de menor calidad.

Las distintas propiedades que figuran a nombre de Química Sudamericana, "Santa Cruz" Cía. Minera y Leviton Juan Luis, son trabajadas por el Sr. H. Botta, con una producción de 10 t mensuales, en la época que se realizó la visita (noviembre de 1979).

## PIROFILITA

### LA RIOJA

El aprovechamiento de "pirofilita" en el país viene siendo registrado por la Estadística Minera de la Nación a partir de 1945, si bien se la explota con anterioridad a esa fecha en la provincia de La Rioja, única productora de ese mineral que consiste en una asociación de cuarzo, sericita, caolinita y ciertas cantidades de pirofilita (SCHALAMUK *et al.*, 1981). Dadas las características que presenta este material, en especial, su elevado punto de fusión y buena coloración a altas temperaturas, hacen que sea apto para su utilización en la elaboración de cemento blanco, cerámica, refractarios y otros usos.

Los depósitos de "pirofilita" de esta provincia se emplazan en la región morfoestructural denominada Sistema de Famatina, sobre el flanco occidental de la sierra de ese nombre, unos 40 km al E de la localidad de Villa Unión, en el departamento Lavalle; se disponen en una faja de alteración hidrotermal, donde predomina la silicificación y sericitización, de color blanquecino, que totaliza unos 5 km en sentido N-S y algunas centenas de metros de ancho. La mineralización se originó por efectos de soluciones hidrotermales sobre metamorfitas de bajo grado, del

Ordovícico inferior, en combinación con procesos tectónicos, ambos relacionados con la intrusión del Granito Ñuñorco (Devónico inferior). Según Cabeza J. J. (en ANGELELLI, 1962, p.145), en esta región se localiza además, la mina "Las Veguitas", cuyo afloramiento, en un ambiente granítico, puede seguirse en unos 400 m de extensión con anchos de hasta 30 m en donde el material presenta una coloración blanquecina a verdosa. En dicho afloramiento no se conoce explotación.

Numerosas son las concesiones registradas en el Padrón Minero de 1978, totalizando 38 minas que cubren 47 pertenencias, pudiéndose destacar dos sectores principales, a saber: el de la quebrada de Chuschin y el de la quebrada del Cosme.

Según datos de la Estadística ya citada, el ritmo de producción promedio por quinquenio, dado en toneladas, es el siguiente: 1945/49, 2.354; 1950/54, 4.389; 1955/59, 5.046; 1960/64, 9.360; 1965/69, 7.301; 1970/74, 6.835; 1975/79, 8.607, acusando un máximo de casi 13.500 t en el año 1962. La evaluación anual durante el período 1965/1979 puede verse en la figura 25.

### Quebrada de Chuschin

Comprende el sector sur de la faja de alteración hidrotermal mencionada y en ella se sitúan las minas "Juanita del Puerto", "Hércules" y "Antártica". El acceso a éstas se realiza desde la altura del km 509 de la ruta nacional n° 40, cercano al paraje El Puerto, por un camino hacia el N, recorriéndose 17 km.

La geología del área está conformada, según SCHALAMUK *et al.* (op cit.) por una secuencia vulcano sedimentaria metamorfizada, compuesta por cataclasitas gris claras, a veces verdosas, y pizarras de tonos oscuros, atribuibles a la F. Negro Peinado del Ordovícico inferior; diques lamprofíricos de edad incierta las intruyen y hacia el naciente se presenta un granito rosado a gris claro, F. Ñuñorco, del Devónico inferior. Las metamorfitas han sido afectadas por la acción hidrotermal, manifestándose como fajas de tonos blanquecinos-amarillentos. Estructuralmente presenta una densa fracturación meridional a submeridional con inclinación de 70-80° al E u O, en casos mostrando espejos de fricción.

"Juanita del Puerto": Amparada por 6 pertenencias a nombre de la firma IGGAM S.A.C.I. se localiza en la margen izquierda de la quebrada, en un relieve abrupto, con fuertes pendientes.

Siguiendo a los autores antes mencionados, en el área predominan las cataclasitas, reconociéndose una variedad gris verdosa clara, esquistosa, afectada por un fuerte metamorfismo dinámico y otra de coloración verde clara, más compacta y dura que originariamente correspondían a sedimentos marinos (pelitas, areniscas y grauvacas) con el aporte del material tobáceo hasta verdaderamente lávico. también afloran diques espesartíticos y pizarras negras (Fig. 26).

El estudio de la mineralización realizado por los autores anteriormente citados permitieron diferenciar dos tipos litológicos, un esquisto compuesto por cuarzo, sericita, caolinita y pirofilita, de grano fino, aspecto porcelanáceo y color grisáceo a verde claro, con algunas venillas de cuarzo que lo atraviesan y eventual-



Fig.25

GRAFICO DE PRODUCCION DE PIROFILITA  
(1965 - 1979)

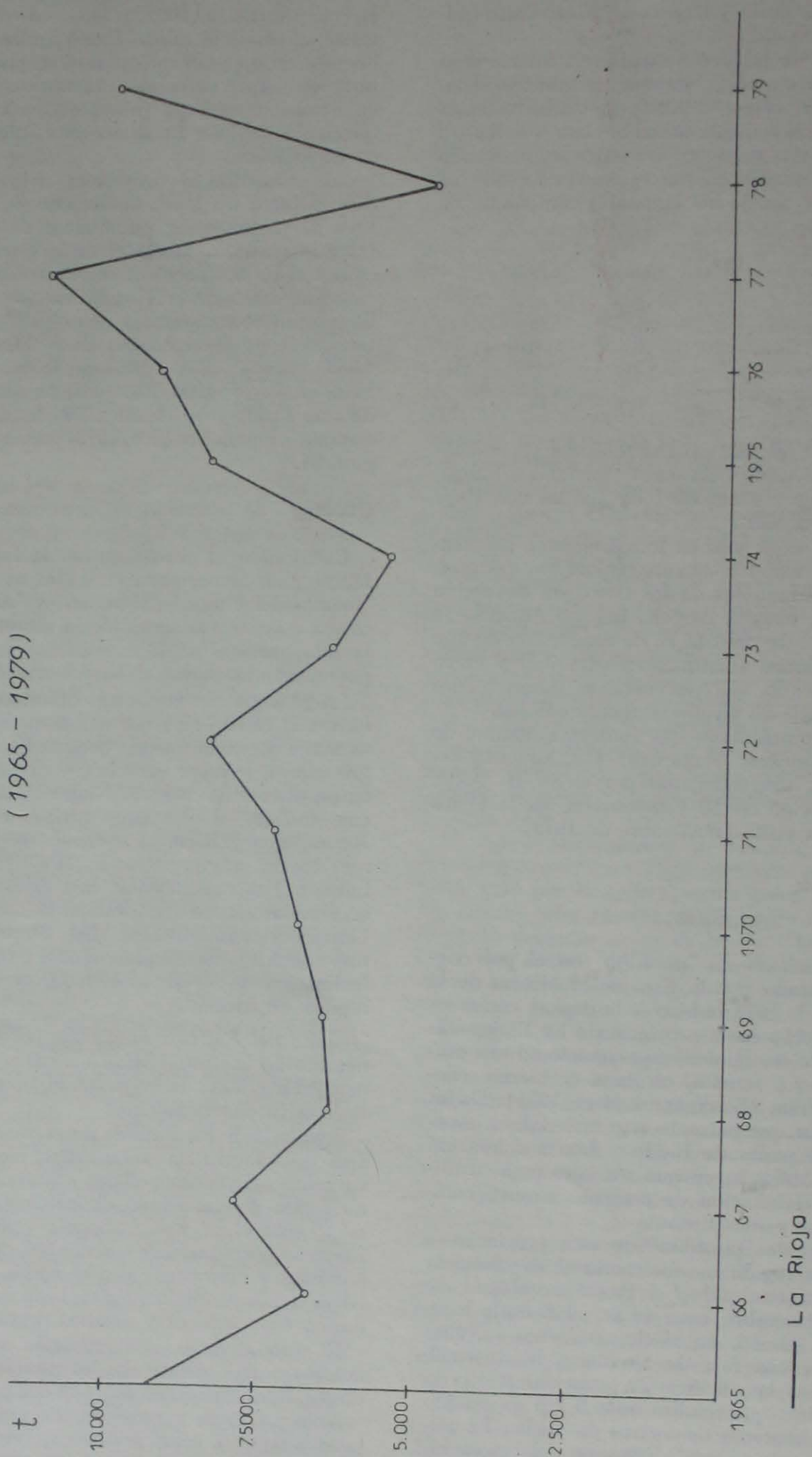
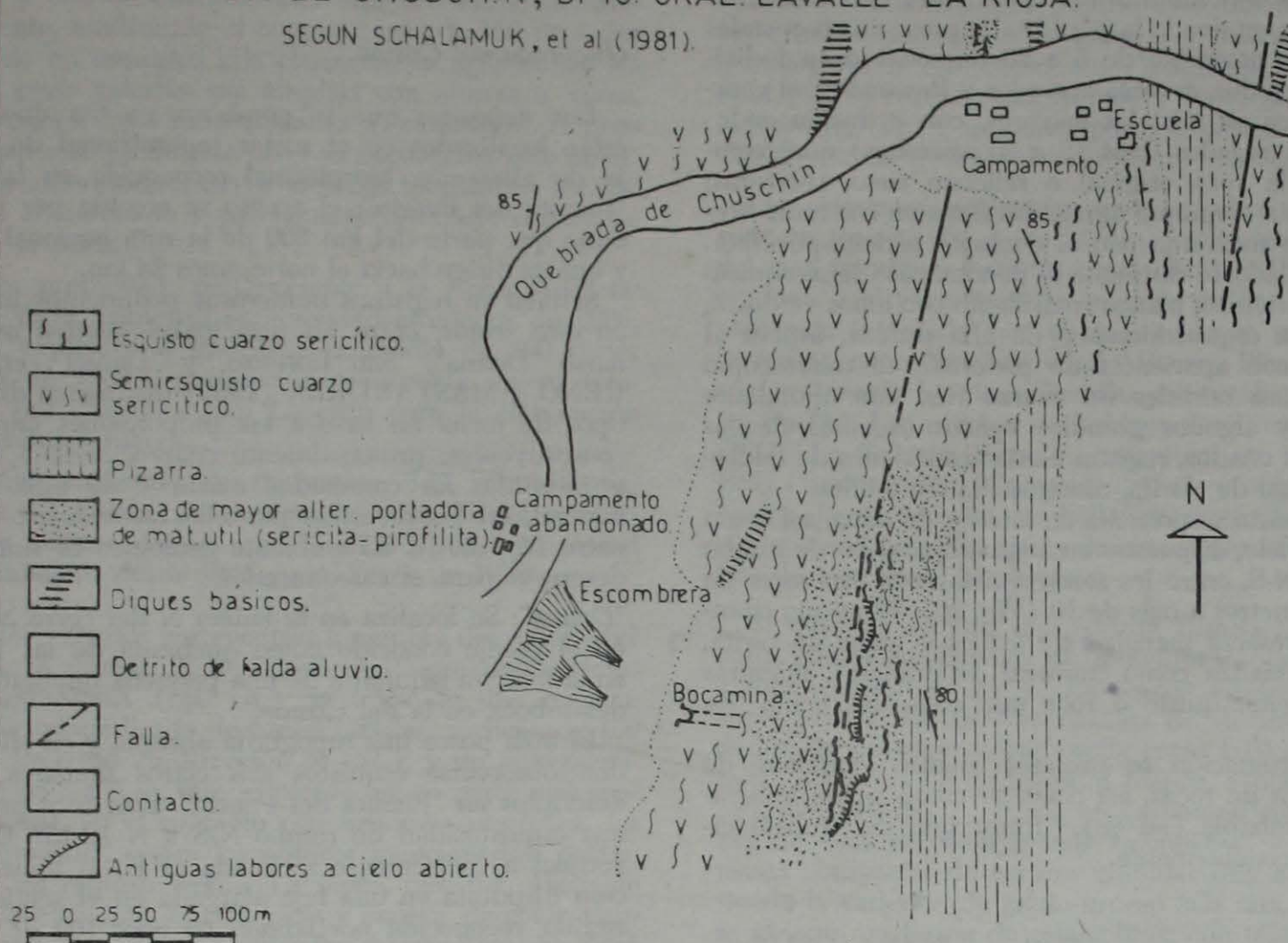




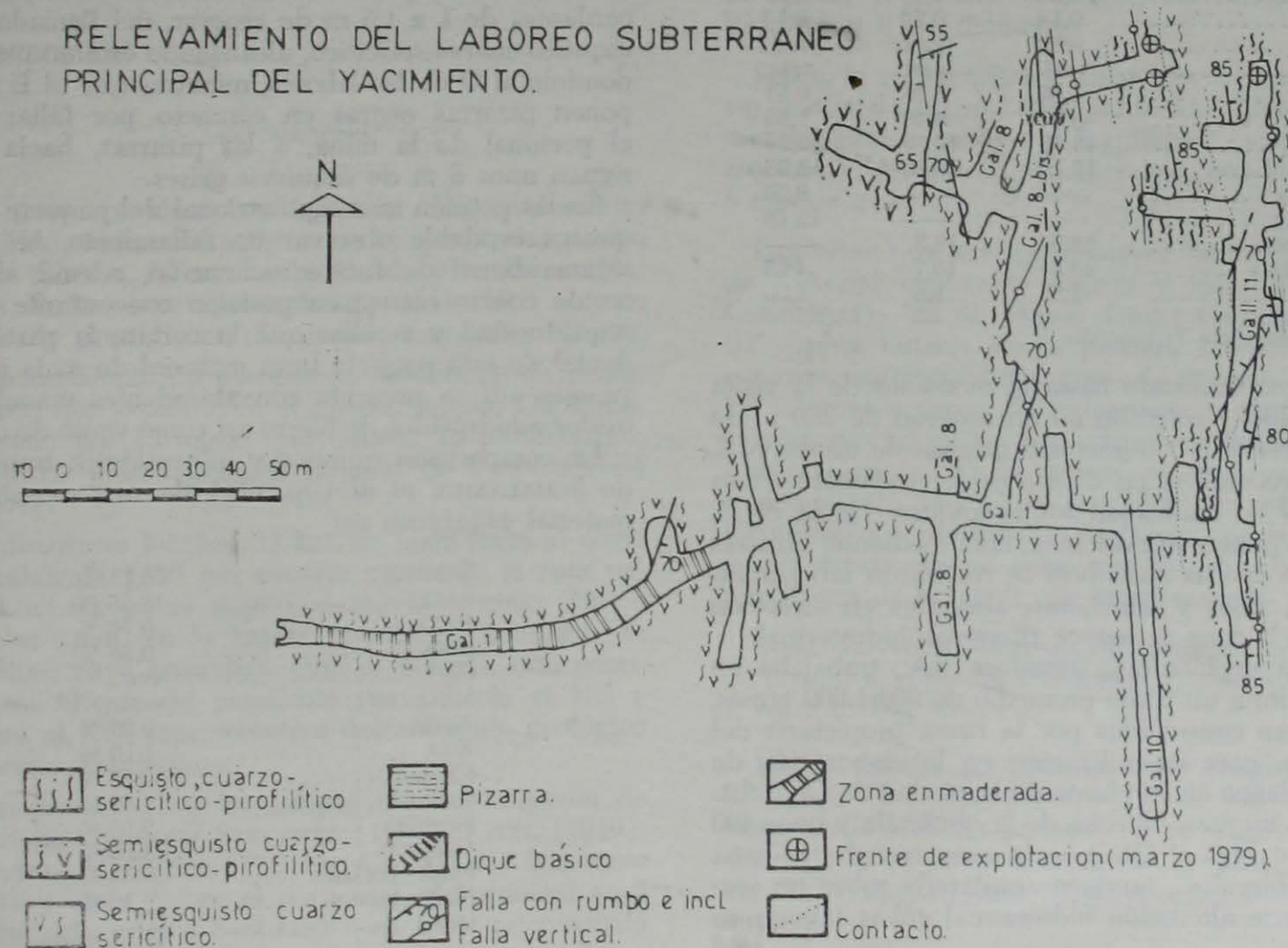
Fig. 26

# GEOLOGIA DEL AREA DE LA MINA "JUANITA DEL PUERTO" QUEBRADA DE CHUSCHIN, DPTO. GRAL. LAVALLE LA RIOJA.

SEGUN SCHALAMUK, et al (1981).



## RELEVAMIENTO DEL LABOREO SUBTERRANEO PRINCIPAL DEL YACIMIENTO.





mente guías de pirita, en el cual la pirofilita participa en porcentajes inferiores al 10 %; microscópicamente está constituida por folias irregulares y discontinuas de sericita-pirofilita alternantes con otras más cuarzosas, en donde la pirofilita se presenta en cristales de hábito escamoso de 5 a 20 micrones o en individuos alargados, a veces curvados y flexurados; el cuarzo aparece en cristales mayores, con extinción ondulante y agregados finos (2 a 20 micrones) que reemplaza a la roca original o rellenan finas aberturas; la caolinita conforma agregados finos en fracturas irregulares o mezclada con el conjunto sericita-pirofilita. Por otro lado se distingue el denominado semiesquisto cuarzo sericítico, blanco amarillento con tonos verdosos, de escasa esquistosidad y de alta dureza, áspero al tacto y con apariencia de pedernal; al microscopio se aprecian cristales de cuarzo fino con abundante sericita y algunos gránulos opacos. Además de los minerales citados, registra ciertas cantidades de feldespato y algo de clorita, montmorillonita e illita.

El esquisto se presenta en interior de mina, así como en superficie, dispuestos en fajas subparalelas de rumbo general N-S, entre los semiesquistos con espesores de algunos metros a más de 10 (Fig. 26). El mismo cuando no presenta manchas de óxidos o guías de pirita, se comercializa como "mineral de primera", mientras que el semiesquisto o roca más compacta como "de segunda".

A continuación se presenta análisis químicos de estos tipos de rocas, así como su composición mineralógica probable (en %), transcripto del trabajo citado precedentemente.

	2	8	7
SiO <sub>2</sub> .....	77,60	76,42	82,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	12,55	14,55	13,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,63	1,45	2,29
FeO .....	0,14	0,70	0,14
CaO .....	vest.	vest.	vest.
MgO .....	vest.	vest.	vest.
Na <sub>2</sub> O .....	1,56	1,26	0,51
K <sub>2</sub> O .....	5,71	5,40	1,56
Cuarzo .....	46,70	49,20	60,20
Sericita .....	16,10	26,00	12,95
Pirofilita .....	—	—	8,50
Caolinita .....	—	—	12,18
Feld. pot. ....	22,5	12,5	—
Plagioclasa .....	13,2	10,7	4,23
Otros .....	1,5	1,6	2,00

2 y 8: semiesquisto; 7: esquisto.

El laboreo realizado hasta el momento de la visita (julio de 1980) consistía en un socavón de 260 m de avance hacia el E y numerosas galerías de rumbo N-S, no todas accesibles, en donde preferentemente en su extremo N se realizaban los arranques. Hacia el E, las labores ponen en evidencia, falla mediante, pizarras negras. En épocas anteriores se realizaron labores superficiales, rajes y trincheras, alineadas en dirección N-S, sobre la zona de mayor alteración hidrotermal.

La firma explotadora, Riominas S.A., trabajaba en ese momento a un ritmo promedio de 900-1.000 t/mes, las que eran consumidas por la firma propietaria del yacimiento, para su utilización en la elaboración de cemento blanco en su planta de la ciudad de Córdoba.

Sobre la margen derecha de la quebrada y unos 400 m en línea recta al ONO de la mina tratada, se sitúa la mina "Hércules", también emplazada sobre un sector de fuerte alteración hidrotermal cuyas labores se

hallaban inaccesibles; al NE de ésta, frente al campamento de Iggam, se localizan algunos destapes correspondientes a la mina "Antártica". Las dos propiedades se encontraban inactivas.

### Quebrada del Cosme

Los depósitos que se emplazan en esa quebrada, están localizados en el sector septentrional de la faja de alteración hidrotermal reconocida en la mina "Juanita del Puerto"; el acceso se efectúa por un camino que parte del km 509 de la ruta nacional n° 40 y que se dirige hacia el norte, unos 24 km.

Si bien se registran numerosos pedimentos mineros en este sector, entre los principales pueden mencionarse "Delina", "San Lorenzo" y "Daniel", en ellos UENO y MASTANDREA (1969) distinguen distintos tipos de mena en base a las proporciones minerales constituyentes, principalmente cuarzo, sericita, caolín y pirofilita; los contenidos máximos de este último mineral, en las muestras por ellos estudiadas, varían entre 15 y 30 %. El ambiente geológico es similar al descrito para el caso anterior.

"Delina": Se localiza en la ladera N del cerro Nacate, en el paraje conocido como quebrada de las Minas, en la margen izquierda de una pequeña quebrada que desemboca en la del Cosme.

El área posee una topografía abrupta y en ella pueden observarse esquistos gris claros similares a los descritos en "Juanita del Puerto". Esta roca presenta una esquistosidad de rumbo N-S a N 10-15° E, subvertical a fuertemente inclinada al E; la mineralización dispuesta en una faja alargada en el sentido del rumbo, reconocida por labores en unos 100 de longitud y 20 m de ancho, está representada por cuarzo, sericita, caolín y pirofilita. Observa intercalaciones concordantes de 1 a 1,5 m de espesor, del llamado semiesquisto cuarzo-sericítico, alcanzando éste un neto predominio al O de las labores, mientras que al E se disponen pizarras negras en contacto por falla; según el personal de la mina, a las pizarras, hacia el E, siguen unos 8 m de esquistos grises.

En las porción más septentrional del paquete de esquistos es dable observar un fallamiento de rumbo submeridional de fuerte inclinación, además de lentes de cuarzo blanco en posición concordante con la esquistosidad y venillas que la cortan; la parte occidental de este paquete lleva material de mala calidad ya que allí se presenta con abundantes manchas de óxidos e hidróxidos de hierro así como venas de cuarzo.

La composición química y mineralógica transcripta de SCHALAMUK *et al* (op. cit.) de una muestra del material esquistoso es:

SiO <sub>2</sub> .....	79,15 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16,25 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,70 %
FeO .....	0,35 %
CaO .....	vest.
MgO .....	vest.
Na <sub>2</sub> O .....	0,96 %
K <sub>2</sub> O .....	2,10 %
Cuarzo .....	53,25 %
Sericita .....	17,80 %
Pirofilita .....	9,20 %
Caolinita .....	13,16 %
Feld. potásico .....	—
Plagioclasa .....	8,10 %
Otros .....	—



El laboreo realizado, hasta julio de 1980, consistía en un socavón de rumbo N-S, de unos 100 m de largo, de donde a los 40 m parte una galería al E de unos 10 m y ésta se continúa con otra orientada meridionalmente, totalizando el conjunto más de 150 m, todas abiertas en esquistos gris claros; en la mayoría de los casos estas galerías son amplias con alturas a veces, superiores a los 4 m, semejantes a "caserones". A unos 8 m por encima de este nivel se encontraba otro abierto con anterioridad, cuyos laboreos totalizaban los 180 m, ya abandonado y parcialmente aterrado cuando se visitó la mina.

Esta propiedad, perteneciente a la firma Hijos de Abel Vichi, comenzó su actividad alrededor de 1930; se la explotaba a un ritmo promedio de 500 t/mes (julio de 1980), producción consumida en su totalidad por Cerámica San Lorenzo para la elaboración de cerámica blanca.

A algunos centenares de metros al O, sobre la quebrada del Cosme, se emplaza la mina "San Lorenzo", de los mismos dueños que "Delina", dicha propiedad fue trabajada desde 1948 y paralizada en 1976.

"Daniel": De dos pertenencias a nombre del señor Abel Vichi, se sitúa al N de la anterior, siguiendo a UENO y MASTANDREA (op. cit.) se trata de una concentración mineralizada de forma tabular, vertical, de 150 m de longitud en dirección N 15° E y un espesor variable en 3 a 5 m, que se pierde, en su parte más septentrional, en el contacto con una roca plutónica. La roca original, según los autores mencionados, consiste en un esquisto verde. La mena, que fue objeto de aprovechamiento, es compacta y masiva, de color blanco y presenta ciertas cantidades de pirofilita. En julio de 1980 se hallaba paralizada.

## RODOCROSITA

### CATAMARCA

En esta provincia se explota una rodocrósita ( $\text{CO}_3\text{Mn}$ ), única en su tipo, que se caracteriza por su textura fibrosa, estructura bandeada y hermosa coloración. Se la viene aprovechando desde 1951 con un justificado prestigio en el mercado mundial e interno.

Este carbonato de manganeso se obtiene de distintas vetas que constituyen el distrito minero Capillitas, amparado por 13 minas que cubren 26 pertenencias, concedidas a la Dirección General de Fabricaciones Militares.

El distrito se localiza 35 km, en línea recta al norte de Andalgalá y 56 por camino siguiendo la ruta nacional n° 63, en el departamento homónimo. Sito a 3.000 m s.n.m. en la ladera oriental de la sierra de Capillitas, cuyo arrumbamiento es NE-SO, esta configura un bloque de pendiente suave hacia el NE y abrupta al NO, representativo del ambiente geológico de Sierras Pampeanas.

Numerosos fueron los autores que se ocuparon de la geología del área: STELZNER (1885), KITTL (1940), ANGELELLI y RAYCES (1946), GONZALEZ BONORINO (1950) y otros. Sobre el particular, del mineral aquí tratado, cabe citar a STELZNER (op. cit.) quien señaló

su existencia en Capillitas; MANSFELD (1943) la introduce en el mercado como "Rosa del Inca" (piedra ornamental); AHLFELD y ANGELELLI (1948); RADICE (1949) y GALLONI (1950), entre otros, efectúan diversos estudios acerca de los caracteres mineralógicos y gemológicos de este carbonato. Finalmente, ANGELELLI *et al* (1974) realizan una completa investigación de la rodocrósita de Capillitas; posteriormente NAVARRO (1975) estima reservas del carbonato en cuestión.

Los elementos geológicos representados en el área son: un granito de grano medio, porfiroide, a través del cual irrumpen distintas rocas efusivas (riolita, dacita, etc.); el yacimiento se emplaza en una chimenea volcánica integrada por riolitas, tobas y brechas de la misma naturaleza, de edad Mioceno-Plioceno, a la cual se vincula la mineralización polimetálica (Cu-Fe-Ag-Pb-Zn). Las vetas se agrupan en dos sistemas, ENE-OSO (La Grande, Rosario, Argentina, etc.) y ONO-ESE (Restauradora, Carmelitas, Ortiz y otras), en las cuales la rodocrósita se halla presente, en proporciones muy variables, generalmente como capas o costras de estructura bandeada.

El mineral muestra una textura fibrosa fina, originada por el crecimiento de individuos romboédricos, alargados según el eje C. Las capas representan una superposición de bandas rosadas de distintas tonalidades, de un espesor que oscila entre 1-10 mm, separadas por otras de un material blanco, a blanco grisáceo, menores de 1 mm, de un carbonato con impurezas de baritina. Con menos frecuencia se observan masas compactas de textura granular fina a mediana, siendo la variedad de grano grueso más rara. También se presenta en forma de estalactitas, con textura fibro-radial concéntrica, a modo de individuos aislados o asociados, rectilíneos o curvos, de hasta 30 cm de longitud y 8 de diámetro.

Sobre la rodocrósita se disponen costras de 3 a 5 cm y más de un material pardo amarillento a pardo oscuro que se conoce como "capillitita" (variedad ferrozincífera), integrado por sucesivas bandas de 0,5 a 8 mm de grosor.

Las vetas que suscitaron mayor interés, por el tipo de material explotable fueron y son, "9" (socavón Carmelitas), "25 de Mayo" (mina Capillitas) y "Ortiz" (mina Ortiz). En la primera las porciones más externas corresponden a guías de sulfuros de Pb-Zn y las internas a capas de rodocrósita y capillitita, todo el conjunto adquiere una estructura brechosa. Mientras que en la "25 de Mayo" se observan drusas y cavidades, de donde han procedido las estalactitas de Capillitas. La rodocrósita de "Ortiz" es la más pura, caracterizada por su color rojo grosella, en capas de 2 a 10 cm de potencia, sin bandeamiento visible.

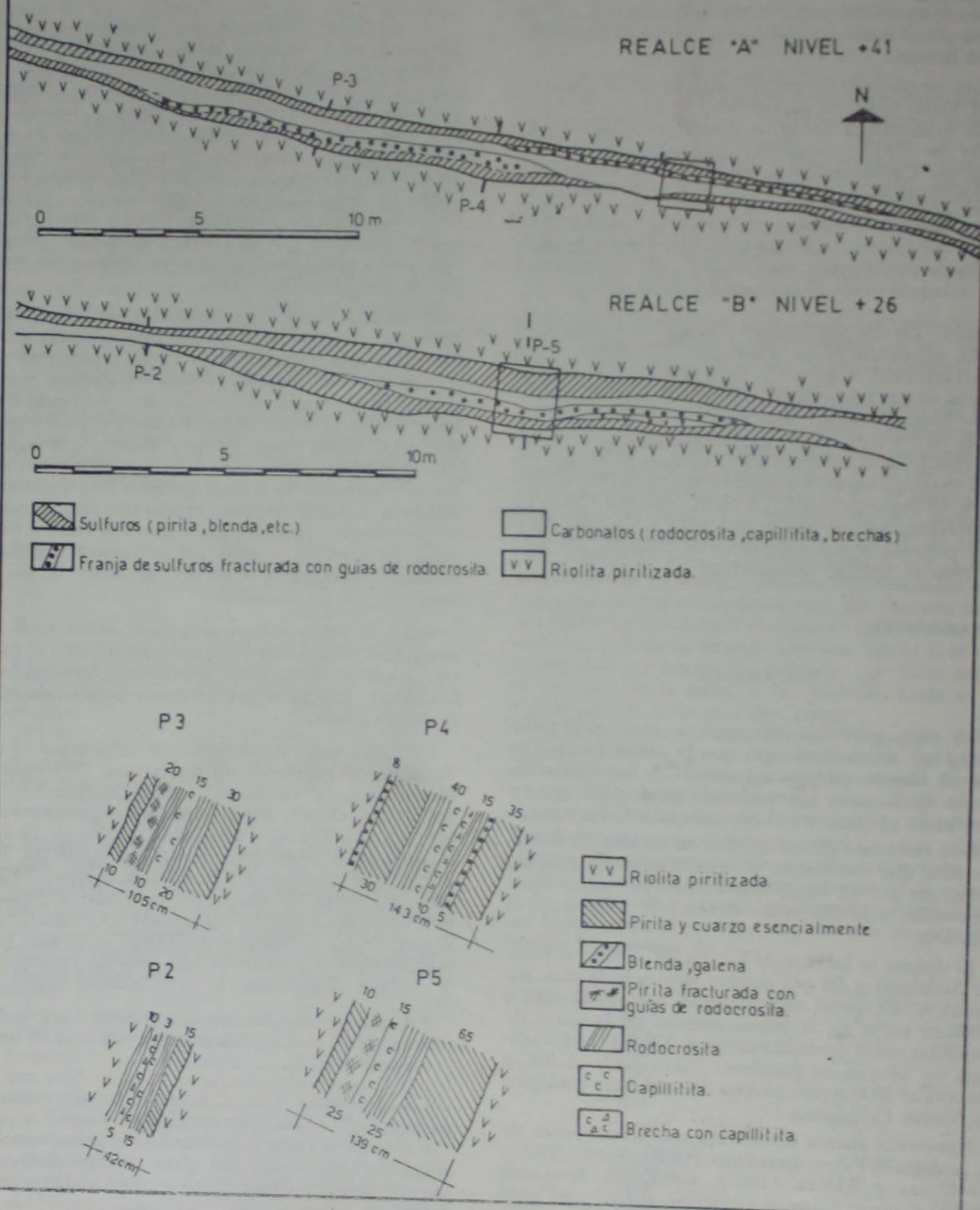
Todas las vetas observan una extrema irregularidad en cuanto a la forma, estructura y continuidad lateral y vertical. Fig. 27.

La rodocrósita presenta un color rosado, carne pálido (veta "9"), blanquecino ("25 de Mayo") y violáceo ("Ortiz"); brillo perlado, vítreo y graso; una densidad de 3,664 hasta 3,723 g/cm<sup>3</sup>; y débil fluorescencia rojo violácea (onda corta) a negro violácea (onda larga).



Fig. 27

RODOCROSITA - MINA "CAPILLITAS" - SECTOR CARMELITAS -  
VETA 9 - PROV. DE CATAMARCA. SEGUN ANGELELLI et al. (1974)





ANGELELLI *et al* (1974) presentan los siguientes análisis químicos, expresados en porciento:

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub> .....	0,16	0,10	0,13	0,10
MnO .....	57,10	55,81	52,20	30,81
ZnO .....	0,01	0,01	0,02	16,50
FeO .....	1,64	1,71	0,97	10,53
CaO .....	2,68	2,86	7,20	3,28
MgO .....	0,56	0,87	1,02	0,88
CO <sub>2</sub> .....	37,99	38,41	38,49	37,85
S .....	0,02	0,02	0,07	0,03
	100,16	99,79	100,10	100,08
CO <sub>2</sub> Mn ...	93,50	90,41	84,56	49,90
CO <sub>2</sub> Fe ...	2,63	2,75	1,46	17,05
CO <sub>2</sub> Zn ...			0,03	25,41
CO <sub>2</sub> Ca ...	4,58	5,09	12,81	5,81
CO <sub>2</sub> Mg ...	1,17	1,81	2,13	1,84
	99,88	100,06	99,99	96,61

- 1) Muestra de rodocrosita, Veta "9", rosado carne pálido.
- 2) Muestra de rodocrosita, Veta "Ortiz", rosa pálido con tinte violáceo.
- 3) Muestra de rodocrosita, Veta "25 de Mayo", rosa blanquecino.
- 4) Muestra de Capillita, Veta "9".

En cuanto a la génesis del CO<sub>2</sub>Mn, se establece que obedece a la precipitación rítmica de soluciones bicarbonatadas, en condiciones correspondientes a los estadios epitermales. Se distinguen dos fases principales, la primera con la depositación de masas sulfuradas en ganga de cuarzo, luego reapertura de grietas y formación de otras para depositarse posteriormente la rodocrosita (hasta 3 generaciones) y al término, debido a un cambio notable en la composición de las soluciones, forman la Capillita (sector central Veta "9").

En el mercado de acuerdo a su grado de pureza se distinguen tres clases de rodocrosita: 1 - hasta 10 % de impurezas; 1A - entre 10 y 40 % y 2 - mayor de 40 %. En cuanto al tamaño se clasifican de 0-30; 31-100; 101-500 y mayor de 500 g.

Se la utiliza fundamentalmente como piedra ornamental y en menor proporción en la fabricación de electrodos para soldaduras eléctricas, preparación de alimentos balanceados para aves y elaboración de sales de Mn, éstas últimas se obtienen de las escallas de este carbonato.

De acuerdo a NAVARRO (op. cit.) se establecen 5.392,5 t de mineral de posible recuperación para las tres vetas citadas. Esto se ejemplifica en el siguiente cuadro:

	"9"	"25 de Mayo"	"Ortiz"
long. s/rumbo:	250 m	100 m	40 m
long. s/buz.:	30 m	30 m	45 m
potencia media:	0,3 m	0,4 m	0,4 m
densidad:	2,5	2,5	2,5
recup. estim.:	50 %	50 %	60 %
reservas en t:	2812,5	1500	1080

El yacimiento ha producido 2.513,3 t en el período 1951-79 de los cuales se exportaron 464,3 t con destino a Estados Unidos y varios países de Europa (Alemania, Holanda, Francia, Italia, etc.).

A continuación se describe la producción en los siguientes quinquenios, en toneladas.

1951-1954 ....	88	1965-1969 ....	936
1955-1959 ....	428	1970-1974 ....	522
1960-1964 ....	348	1975-1979 ....	191,3

## SILLIMANITA

Este mineral junto a sus poliformos ha sido reconocido en la región que nos ocupa en la provincia de Salta y también se menciona en el aluvión Cuernos, departamento Antofagasta de la Sierra (Catamarca). Para Salta en la zona del Tacuil y cordón Centenario, departamentos Molinos y Los Andes respectivamente. Se hallan dentro del ambiente geológico de Puna, conformando depósitos de posible interés como materia prima en la industria refractaria y cerámica.

BRARDA (1968) estima reservas del orden de las 10.000 t para cerro Blanco (Tacuil) y Cuernos.

## SALTA

### Tacuil

Representa la mayor concentración de este silicato de aluminio (Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>) conocida hasta la fecha en el país. Se ubica 40 km al OSO de la población homónima y 274 en igual sentido de la ciudad de Salta, en el departamento Molinos. Se emplaza en un cordón montañoso que integra el límite provincial con Catamarca, cuya altura es de 3.800 m s.n.m. Se distinguen dos sectores: Barrancas y cerro Blanco.

El primero se localiza en el cerro Gordo, en las proximidades del río Barrancas, no habiéndose registrado estudios acerca de sus características y posibilidades. El otro se encuentra aproximadamente 15 km al norte del anterior, en el faldeo oriental del cerro Blanco. La sillimanita se dispone dentro de un micaesquisto cuarcítico de rumbo NNE-SSO, que buza de 45 a 80° al E; afloran además en el área gneises, granito de dos micas, diques pegmatíticos y una toba riolítica. HAYASE y PROZZI (1966) describen a la sillimanita de este sector como nódulos y finas venillas, asociadas a guías lenticulares de cuarzo; en cuerpos, incluidos en la metamorfita, de hasta 60 cm de ancho y 50 m de largo y como rodados y/o bloques en los faldeos de las quebradas.

PAGES (1967) observa nódulos de hasta 40 cm y rodados de 15 dispersos dentro de una arena micácea.

Microscópicamente la sillimanita se presenta en forma de cristales aciculares, en parte radiados y como agregados fibrosos afieltrados. En cuanto a su génesis HAYASE y PROZZI (1970) sostienen que la roca original, sedimento arcilloso, sufrió un proceso de metamorfismo termodinámico que la transformó en esquisto y la sílice segregada dió origen a las venas de cuarzo; el resto de la roca se enriqueció en alúmina, dando lugar al silicato de aluminio.

Se distinguen tres variedades de mineral: blanco, pardo-grisáceo y negro; el análisis químico de los mismos, arrojan los siguientes valores en porciento:

	1	2	3
SiO <sub>2</sub> .....	40,91	40,57	38,90
TiO <sub>2</sub> .....	0,26	0,37	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	56,38	56,38	57,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,04	1,19	1,97
MnO .....			tr.
CaO .....	0,32	0,45	0,28
MgO .....	0,25	0,21	0,29
Na <sub>2</sub> O .....	0,15	0,01	0,26
K <sub>2</sub> O .....	0,19	0,07	0,30
Pérd. por calc. ...	0,45	1,05	0,62
	99,95	100,07	99,99



- 1) Sillimanita blanca, trama de cristales fibrosos, con impurezas de cuarzo y muscovita.
- 2) Sillimanita parda, agregado de cristales prismáticos o fibrosos, con pequeñas cantidades de biotita, muscovita y cuarzo.
- 3) Sillimanita negra, individuos prismáticos o fibrosos, con biotita y clorita.

Acompañando a la especie en cuestión se presentan estaurolita, almandino, turmalina y micas.

Según BRARDA (op. cit.) un ensayo piloto de una muestra de 500 kg realizada en los Laboratorios del I.N.T.I. registra una ley que oscila entre 58-60 % en  $Al_2O_3$  y una temperatura de fusión de 1.800-1.850°C.

Según PASQUIN (1970) la Cía. Minera Tacuile S.R.L. empresa que exploró estos depósitos, ha efectuado una serie de pozos en el sector oriental del Abra de Cerro Blanco, habiendo cubicado 600 t de mineral asegurado.

#### Cordón Centenario

VIRAMONTE *et al* (1975) describen sillimanita junto con otros minerales de aluminio en el cordón arriba citado, departamento Los Andes, en el área limitada por el filo de Copalayo al O y el salar homónimo al E; ocupando una zona de metamorfismo de contacto situada entre la quebrada del Médano y el salar Centenario.

Afloran en la región diversas rocas (esquisto cuarzo-biotítico, micacita, esquisto cordierítico, etc.) de edad precámbrica superior-paleozoica inferior, intruidas por cuerpos graníticos que provocan un metamorfismo de contacto sobreimpuesto según los autores citados precedentemente.

Esto se observa en una faja de rumbo NE-SO, cuyas dimensiones son 2.000 m de longitud por 250 de ancho aproximadamente. Este metamorfismo bajo condiciones de presión intermedia, habría originado la formación de la sillimanita, cianita, andalucita, estaurolita y granate (almandino).

Los minerales enumerados se presentan dentro de un esquisto cuarzo micáceo, de coloración gris a verde grisáceo claro, de aspecto satinado y sumamente friable.

Existen numerosas venas de cuarzo, groseramente concordantes con la esquistosidad. Los polimorfos del  $Al_2SiO_5$  constituyen pequeños rodados que se integran al detrito coluvial del área. La estaurolita forma cristales pardos a negros de hasta 7 cm de largo mientras que el almandino, más escaso, individuos de hasta 5 cm de diámetro.

#### YESO

Relativa importancia reviste la actividad extractiva de este sulfato en la región que nos ocupa. En efecto, ella representa sólo el 3,3 % de la producción nacional con el aporte de las provincias de Tucumán, La Rioja, Catamarca y Salta. El total producido desde el año 1945 a 1979 inclusive asciende a 332 622 t, según datos proporcionados por la Estadística Minera de la República Argentina.

Los depósitos de yeso ( $SO_4Ca \cdot 2H_2O$ ) representan residuos salinos de lagos y lagunas en clima árido. En la región del NOA esta evaporita se presenta constituyendo capas u horizontes con espesores de centímetros hasta algunos metros intercalados en sedimentos arcillosos y areno-limo-arcillosos en formaciones del Terciario superior, preferentemente en la serie conocida como Estratos de Los Llanos, con amplia difusión en los territorios de las provincias de La Rioja, Cata-

marca (F. Portillo) y Salta. Se trata en la mayoría de los casos de yeso masivo, compacto, de grano mediano a fino y también de bochones de diferentes tamaños de color blanco, translúcido, sacaroide, tipo alabastro.

La F. Río Salí, también del Terciario superior, conformada preferentemente por lutitas, cineritas y calizas oolíticas es portadora de bancos yesíferos con potencias de 1 a más de 2 m de yeso masivo, de grano mediano a fino y de gypsita, localizados en la cuenca de Vipos-Tapia y en Sierra de La Ramada, en territorio Tucumano. Cuerpos de yeso de varios centenares de metros de corrida y de algunos metros de potencia se localizan en los sedimentos arcillosos, rojos, asignados a la F. Yacoraite, en la provincia de Jujuy.

Las reservas geológicas de este sulfato alcanzan valores significativos en la provincia de La Rioja, los estudios realizados por la Dirección de Minas de la Provincia y la ex-Dirección Nacional de Geología y Minería han arribado a un total de 7.500.000 t. Tucumán, que le sigue a La Rioja en producción y en reservas detectadas, a puesto de manifiesto en la cuenca de Vipos-Tapia un volumen algo superior a 300.000 t de yeso con leyes superiores a 85 % (Tumanex S.R.L., 1978).

Esta evaporita es utilizada en su mayor parte en la elaboración del cemento portland, abasteciendo en parte a las fábricas emplazadas en el norte y centro de nuestro país. El yeso cocido se lo utiliza en múltiples aplicaciones en la industria de la construcción, preparación de módulos, tabiques, etc.

La lámina 28 muestra la evolución de la producción del yeso, en las provincias que componen la región del NOA, para el período 1965-1979.

La producción correspondiente al quinquenio 1975-1979 es, en toneladas:

	Catamarca	La Rioja	Salta	Tucumán
1975	2.921	16.000		4.641
1976	4.142	2.685		4.930
1977	9.506	5.000		3.146
1978	17.424	4.410		11.020
1979	12.494	840	2.632	7.189

#### CATAMARCA

Esta provincia ha pasado a ser, a partir de fines de la década del setenta, uno de los productores más importantes de yeso de la región del NOA, con un promedio anual, durante el quinquenio 1975-79, de 9.297 t, en especial para el consumo de algunas fábricas de cemento de la provincia de Córdoba.

Según ANGELELLI (1941, p. 318) existen varias manifestaciones del mineral en cuestión en sedimentitas de los llamados Estratos de Los Llanos (Terciario superior), dispuestos en el pie oriental de la sierra de Ancasti, desde algo más al N de la localidad de Albigasta hasta Ramblones y Portillo Grande por el S; están coformadas por lajas y "bochones" en espesores visibles de 1 a 2 m. A la época del presente trabajo las viejas canteras de esa región se hallaban paralizadas (La Piedad, El Polear), sólo una registraba actividad: Rossana.

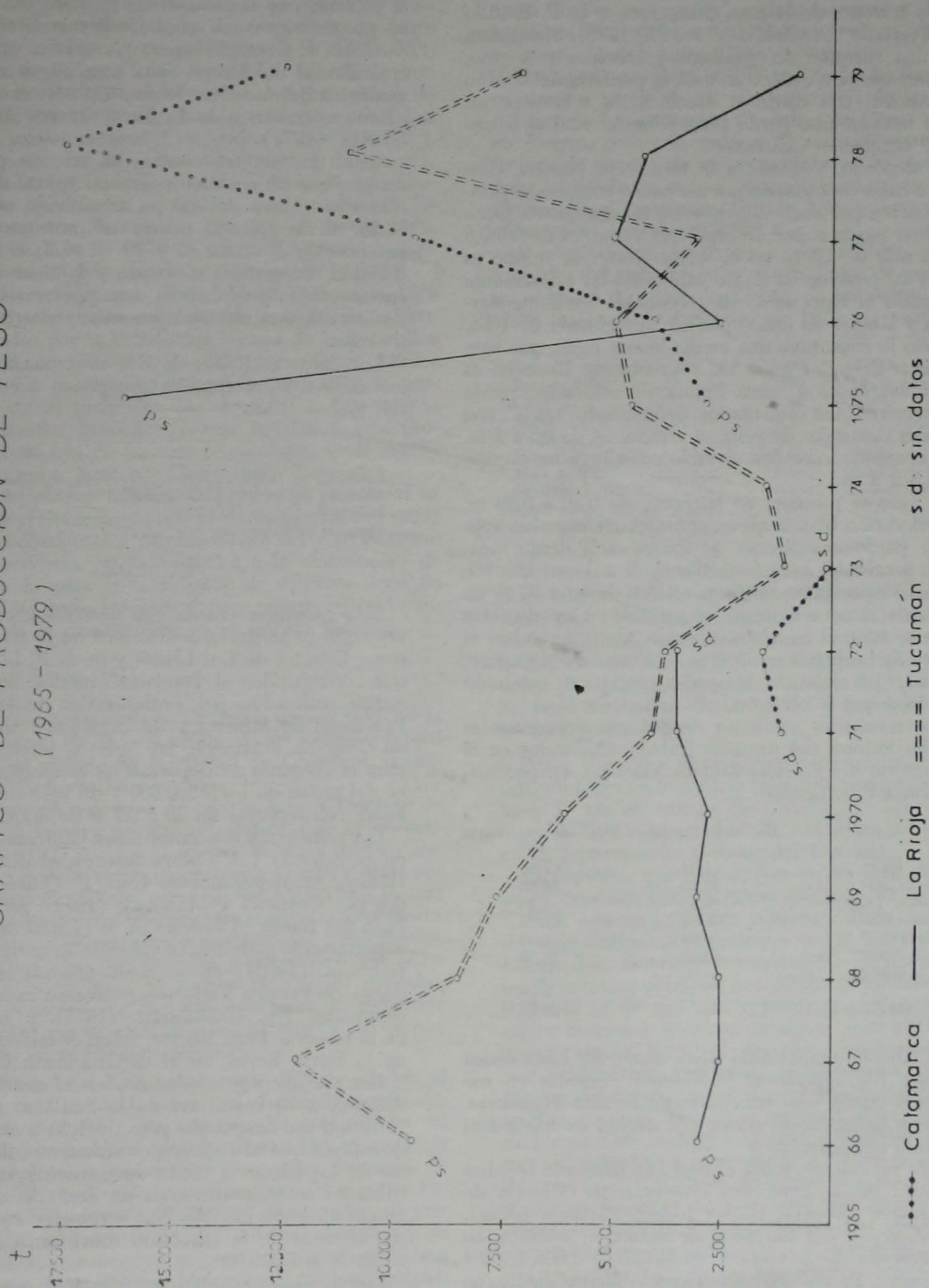
Rossana: Se ubica en el paraje denominado El Jumeal, a uno 18 km al N de la localidad de La Guardia y 34 al OSO de Esquiú, en el distrito La Guardia, departamento La Paz. Desde las localidades citadas se accede por la ruta provincial n° 20, que las une hasta



Fig 28

GRAFICO DE PRODUCCION DE YESO.

( 1965 - 1979 )





el empalme hacia el NO con la ruta provincial nº 5, por la cual deben recorrerse 9 km hasta un cruce hacia el Norte que siguiéndolo por 4 km conduce al yacimiento.

El relieve está constituido por una planicie algo ondulada, que corresponde a la bajada sudoriental de la sierra de Ancasti, surcada por algunos cauces que sólo llevan agua en épocas de lluvia.

Los terrenos de la zona pertenecen a la F. Portillo del Terciario (Aceñolaza y Toselli, 1977), compuesta por una sucesión de areniscas y limolitas con yeso, que además se reconoce en toda la periferia del cordón de Ancasti con distintos nombres, la sobreyace un suelo limo-arenoso pardo claro sobre el cual se asienta la vegetación existente.

El depósito, asignado a la formación yesífera citada, se halla conformado por un banco compuesto principalmente por bochones de yeso, en una matrix limo-arcillosa pardo rojiza de espesores variables de 0,5-0,8 hasta más de 1,5 m en el sector Norte; su rumbo es N-S y su posición va desde subhorizontal a levemente inclinado al Este; se lo ha reconocido mediante destapes y labores en una superficie aproximada de 1 ha. El piso lo constituye una arcilla-limosa rojiza que suele llevar delgadas guías de yeso fibroso. El techo es un limo-arenoso a arena limosa de coloración parda con sectores bien cementados, denominada "tosca", con nódulos y cristales de yeso, su espesor va de 0,5 a 1 m, este conjuntamente con el suelo constituye un encape de 1,5 a 2 m.

El yeso se presenta en bochones de 0,30 a 0,50 m, de coloración blanco nieve, con algunas manchas rojizas y pardo-amarillentas, su grano varía desde sacaroide a cristales bien formados de 2 a 3 cm. Los bochones se presentan en proporciones de 60 a 80 % en la matrix, aunque la misma es variable en las distintas labores; en una trinchera ubicada al Norte, sobre el manto de bochones se observó una capa de yeso puro, masivo, tipo alabastro, sin poder precisar su extensión debido a que el corte se halla inundado.

Los resultados analíticos de dos muestras tomadas por los autores del presente trabajo, analizados en el laboratorio del Servicio Minero Nacional, en porcientos, son los siguientes:

Mat. seleccionado    Mat. sin seleccionar

Ins. en HCl .....	1,04	7,80
Calcio (CaO) .....	32,20	30,00
Magnesio (MgO) .....	0,55	1,25
Sulfato (SO <sub>4</sub> ) .....	46,00	42,00
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,06	0,35
Pérd. a 500°C .....	20,09	18,50
Pérd. a 900°C .....	—	0,12
Yeso (SO <sub>4</sub> Ca.2 H <sub>2</sub> O) ..	98,7	90,12

El laboreo desarrollado hasta marzo de 1980, época en que fue visitado el yacimiento, consistía en numerosos cortes tipo trincheras de formas irregulares, rectas y hasta subcirculares, con anchos de hasta 4 m y altura alrededor de 3.

Este yacimiento, sobre el cual han realizado estudios personal de la Dirección Provincial de Minería de Catamarca (ACOSTA, 1974 y JURADO MORRÓN, 1978a), es propiedad del Sr. Ricardo Balancini; operaba en el momento de la visita a un ritmo de 1.000-1.100 t mensuales, de material seleccionado manualmente, cu-

yo único destino era para consumo de las fábricas de cemento localizadas en la provincia de Córdoba.

## JUJUY

### El Chorro

Esta cantera se halla ubicada a unos 5 km al O de la población de Tücara, en el departamento homónimo, su propietario es el señor Guillermo Poma.

Areniscas y márgas rojizas y areniscas calcareas gris amarillentas del Grupo Salta constituyen el ambiente geológico del área, en donde se observan cuerpos yesíferos asignados a la F. Yacoraite por MATTHEUS y GARCIA (1974).

Según los autores citados, el yeso se presenta en un paquete de coloración general rojiza, de una corrida discontinua de 750 m, arrumbado en dirección N 20° E de posición subvertical, con unos 27 m de potencia en el sector N y 20 en el S; el mineral en cuestión, de textura sacaroide y laminar se presenta en un conjunto de bancos con espesores individuales de hasta 0,80 m, intercalados entre sedimentos arcillosos rojos.

Los datos analíticos de dos muestras tomadas por los autores antes citados se exponen a continuación, en %:

	M 1	M 2
Insoluble en ClH .....	0,3	—
Alúmina + hierro (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ..	1,1	1,0
Sulfato de Calcio (SO <sub>4</sub> Ca) .....	87,9	74,3
Agua de cristalización .....	10,1	10,1

## LA RIOJA

Esta provincia cuenta con diversos yacimientos de yeso que se alojan en sedimentos de la serie conocida como Estratos de Los Llanos y de la F. Los Chivatos, que corresponden al Terciario superior. Según los estudios realizados, por profesionales de la Dirección Provincial de Minería y de la ex-Dirección Nacional de Geología y Minería, las reservas totales estimadas para el conjunto de depósitos en el ámbito provincial es del orden de los 7.500.000 t de yeso de buena calidad, con registros de 80 a 98 % de SO<sub>4</sub>Ca.2H<sub>2</sub>O.

Las principales concentraciones yesíferas se localizan en la estancia Los Coloraditos, en el distrito de La Hediondita, departamento Gral. F. Quiroga, explorados por COMBINA y MARQUEZ (1974); en el área de Pozo del Bordo, al sudeste de la ciudad de Chamical, departamento Gobernador Gordillo, investigada por ASPILCUETA (1969); en la zona ubicada al oeste-sudoeste de Patquía Viejo, departamento Independencia, estudiados por HERNÁNDEZ (1975) y en terrenos de la estancia Pozo Blanco, sobre el faldeo occidental de la Sierra Brava, en el departamento Capital.

Los yacimientos emplazados en el distrito La Hediondita a 70 km al sur de la localidad de Patquía consisten en bancos de yeso de 1,20 a más de 3 m de espesor que se disponen en sedimentos de los Estratos de los Llanos a modo de pequeñas lomadas distribuidas irregularmente en un área de aproximadamente 25 km<sup>2</sup>. Las reservas estimadas en esta zona, por técnicos de la Dirección Provincial de Geología, asciende a 5.500.000 t.

Los depósitos que se registran en Pozo del Bordo,



entre los kilómetros 11 y 13, al sudeste de la ciudad de Chamical, y como consecuencia de la inmejorable ubicación, dada por la ruta Nacional N° 38, que une las ciudades de Córdoba y La Rioja, y las vías del F. C.G.B. que atraviesan el área mineralizada, así como por la excelente calidad del mineral, vienen siendo motivo de explotación, desde hace unas cinco décadas, destinándose lo producido para abastecer las fábricas de cemento portland existente en la provincia de Córdoba. El horizonte yesífero, con espesores de hasta 2 m, registra reservas estimadas en más de 1.500.000 t.

El área de Patquía Viejo cuenta con bancos de yeso de espesores de 0,70 a 1,40 m de varios centenares de metros de corrida y algunas decenas de ancho. Sus reservas totales estimadas ascienden a unas 300.000 t.

Finalmente, los depósitos detectados en la estancia Pozo Blanco, que se alojan dentro de la F. Los Chivatos y se manifiestan topográficamente a modo de lomadas, registran bancos de 2 a 2,5 m de potencia, 60-70 m de largo y 40-50 de ancho. Las reservas estimadas para el conjunto de cuerpos es de 77.000 t.

La provincia aportó, desde el año 1945 hasta 1979 inclusive, una producción, acorde con los datos proporcionados por la Estadística Minera de la República Argentina, de 170.684 t, con un promedio de 4.877 t anuales. En el último quinquenio 1975-1979 la producción anual promedio fue de 5.787 t. Los guarismos indicados precedentemente señalan a esta provincia como una de las más productoras, de la región que nos ocupa, junto con Catamarca y Tucumán.

En la ciudad de Chamical el gobierno provincial ha instalado recientemente una moderna planta, con miras al aprovechamiento y procesamiento del yeso existente en su territorio. Se la destinará a la elaboración de yeso cocido para la fabricación de diversos tipos de materiales, preferentemente para abastecer a la industria de la construcción en el ámbito regional.

#### Pozo del Bordo

El área mineralizada se localiza a ambos lados de la ruta nacional n° 38, a la altura de los kilómetros 1004 y 1006, al sudeste de la ciudad de Chamical, departamento Gobernador Gordillo.

Se trata de una zona de relieve llano integrante de la amplia llanura del sudeste riojano que se encuentra limitada al norte y al sur por la sierra Brava y sierras de Córdoba respectivamente, y al este y oeste por las Salinas Grandes y sierra de los Llanos. La llanura de acumulación contiene principalmente como cubierta, sedimentos representados por materiales areno-limosos y arcillosos, sin estratificación, y por debajo una alternancia de areniscas y arcillas de colores variados, preferentemente rojizos, que contienen al horizonte yesífero, y que se conocen como Estrato de los Llanos, ubicados en el Plioceno inferior.

**La Salvadora:** Este yacimiento, distante 11 km al sudeste de Chamical, cubre una superficie, según ASPILCUETA J. (1969), de aproximadamente 100 ha. El horizonte evaporítico alojado dentro de un paquete areno-arcilloso rojizo, registra un espesor promedio de 0,70 m. El mismo contiene en su porción superior bochones o "nódulos" de 10 a 60 cm de diámetro, de grano fino a mediano, traslúcido, del tipo alabastro y de color blanco azulino; en su porción inferior se destaca un manto de posición subhorizontal, masivo, compac-

to, sacaroides, de color blanco con tonalidades verdosas o amarillentas.

El perfil geológico generalizado de los distintos frentes de canteras muestra, de arriba hacia abajo, 1 a 2 m de relleno moderno constituido por sedimentos de grano fino limoarcillosos y húmicos que constituye la cubierta vegetal; 0,40 a más de 1,50 m de arenisca arcillosa rojiza de grano grueso a mediano con lentes de arena fina, en una matrix arcillosa ferruginosa. En este horizonte se aloja la mineralización yesífera con espesores que oscilan entre 0,30 a 1,10 m.

El yacimiento viene siendo trabajado en forma discontinua a partir de los primeros años de la década del treinta. La extracción se realiza en forma manual, en diversos cortes irregulares de cantera, algunos con frentes de avance de varios centenares de metros. El área explotada se estima en aproximadamente 30 ha. De acuerdo a ASPILCUETA (op. cit.), las reservas del yacimiento ascienden a 956.800 t.

A continuación se exponen dos análisis químicos extraídos del trabajo arriba citado y otro de una muestra obtenida de uno de los frentes de cantera durante la visita realizada en diciembre de 1979, en porciento:

Espesor muestreado en m	1,00	0,30	0,50
Ins. en HCl .....	1,40	0,30	0,50
CaO .....	31,90	30,60	32,10
MgO .....	0,40	0,50	0,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,1	0,1	0,03
SO <sub>3</sub> .....	45,0	46,9	46,40
H <sub>2</sub> O a 280° .....	19,1	20,3	—
Pérdida a 500°C .....	—	—	20,40
Pérdida a 900°C .....	1,6	0,4	—
Yeso (SO <sub>4</sub> Ca.2H <sub>2</sub> O) ....	97,9	93,9	99,5

Tal como revelan los análisis químicos, el yeso es de buena calidad; se lo comercializa en su totalidad como yeso crudo para abastecer a las fábricas de cemento portland, Corcemar y Juan Minetti, sitas en las localidades de Yocsina y Dumesnil, provincia de Córdoba. La producción está a cargo del propietario, Sr. Juan Lirio, durante el año 1979 fue del orden de las 60 t mensuales.

**Paz y Progreso:** Este yacimiento, localizado en las proximidades de la cantera descripta precedentemente, unos 13 km al sudeste de Chamical, sobre el borde oeste de la ruta nacional n° 38, a la altura del km 1004, en el departamento Gobernador Gordillo.

El depósito, que se emplaza en un área de relieve suave, muestra características similares al de La Salvadora, con un horizonte yesífero alojado en la serie de sedimentitas pertenecientes a los Estratos de los Llanos. Las observaciones realizadas en distintos cortes de canteras permiten generalizar el siguiente perfil: 0,20-0,40 m de cubierta vegetal con sedimentos arenosos, limosos y húmicos, le siguen 0,10 a 0,60 m de espesor de un horizonte de color blanco conformado por sedimentos areno-limoso-arcilloso con apreciable proporción de yeso pulverulento; finalmente areniscas arcillosas rojizas de 0,80 a 3 m, con abundante óxido de hierro. Este horizonte alberga a "nódulos" o bochones redondeados de yeso, de 10 a 50 cm de diámetro, de color blanco azulado, de grano fino, sacaroides, tipo alabastro. En gran parte se presentan manchados por impregnaciones de óxido de hierro. Los espesores mineralizados oscilan entre 0,50 a 2 m, con un promedio del orden de los 1,50 m. Las reservas estimadas por



ASPILCUETA J. (1969), en un área reconocida de 62 ha, asciende a 607.976 t.

Dos análisis químicos extraídos del trabajo de ASPILCUETA, revelan los siguientes contenidos en porciento:

Espesor muestreado en m .	1,00	0,80
Insol. en HCl .....	1,4	0,30
CaO .....	30,80	30,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,1	0,1
SO <sub>3</sub> .....	40,3	47,1
H <sub>2</sub> O a 280°C .....	20,2	20,0
Pérdida a 900°C .....	0,5	0,4
Yeso (SO <sub>3</sub> Ca.2 H <sub>2</sub> O) .....	94,6	95,4

La explotación, que se mantiene desde el año 1934, está actualmente a cargo del propietario de los terrenos que contienen el yacimiento Sr. Jorge Raúl Lirio. Se realiza manualmente mediante destapes que oscilan entre 1,20 a 1,60 m, con una producción que en el año 1979 fue del orden de las 40 t mensuales, destinadas a la industria del cemento.

#### Los Coloraditos

Los depósitos conocidos con este nombre, se sitúan en campos de la estancia homónima, a 70 km al sur de la localidad de Patquía, en el distrito La Hedionda, departamento Gral. J. F. Quiroga. Se los alcanza desde Patquía por la ruta provincial nº 28 hasta la localidad de San Ramón, desde allí se sigue hacia Portezuelo-Chepes por unos 5 km; los afloramientos más septentrionales son cortados por la mencionada ruta, otros, situados al S y SO están entre 1 y 6 km al O de la misma.

Los sedimentos de los Estratos de los Llanos presentes en la región, son portadores de los bancos yesíferos, los que se muestran coronando pequeñas lomas de escasa altura; esos bancos afloran saltuariamente en una superficie triangular, con su ápice hacia el norte, de 8 km de base y cerca de 6 de altura. Se disponen en forma horizontal a subhorizontal (excepto en la cantera El Molino donde son verticales) con espesores de 1,20-1,40 hasta más de 3 m; se apoyan, en general, sobre capas areno-limosas grises, pardas y rosadas y pueden estar cubiertos por arenas y limos de poco espesor.

Los bancos están constituidos por yeso en delgadas capas con intercalaciones milimétricas limo-arcillosas verdosas, paralelas a los límites de las capas y, en ciertos casos, por nódulos y bochas envueltas en limos. El mineral se presenta en agregados fibrosos, también granular fino y grueso, en parte traslúcido, de coloraciones blancas, grisáceas y verdosas, además se lo conoce en la variedad laminar denominada "selenita", en la cantera homónima.

A continuación se exponen los análisis de una muestra común sobre 0,70 m tomada por los autores del presente trabajo (M. 42, cantera "Yeso 1, 2 y 3") y otro de COMBINA y MÁRQUEZ (1974) de la cantera "Reforma-Cielito" ubicada en el sector SE del área en cuestión;

	M. 42	M. cant. "Reforma-Cielito"
Ins. en HCl .....	14,60 %	4,32 %
Calcio (CaO) .....	26,70 %	30,77 %
Sulfato (SO <sub>3</sub> ) .....	38,06 %	30,77 %
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,85 %	—
Magnesio (MgO) .....	—	1,35 %
Hierro-Aluminio (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	—	0,50 %
Pérdida a 500°C .....	17,24 %	—
Pérdida a 900°C .....	1,85 %	20,16 %
Yeso (SO <sub>3</sub> Ca.2H <sub>2</sub> O) .....	81,67 %	66,03 %

En la zona considerada existe, según datos existentes en la Dirección Provincial de Minería de La Rioja, un cálculo de reservas preliminar, que arroja más de 5.500.000 t de yeso.

El laboreo realizado en las canteras "Yeso 1, 2 y 3", sólo consiste en pequeños destapes probablemente con fines exploratorios. En la época que se visitó esta zona (julio de 1980) no existía ninguna explotación y no se conocen datos de producción anterior.

#### Patquía Viejo

En el distrito homónimo, departamento Independencia, se localiza un área yesífera, situada entre 3 y 4 km al OSO de la población de Patquía Viejo, con acceso, desde ésta, por la ruta provincial nº 27.

El relieve de esta región está conformado por una serie de lomas bajas que emergen de una zona deprimida. Geológicamente se halla constituida por rocas sedimentarias, representadas por arcillitas rojizas intercaladas entre areniscas varitonaes en las cuales predominan el grano fino y algunos delgados niveles de tobos y bentonitas, que corresponden a los Estratos de los Llanos de Bodenbender.

Siguiendo a HERNANDEZ (1975), un banco de yeso alojado en esta formación puede observarse en las canteras "Patquía Viejo I y Patquía Viejo III", así como en un área ondulada situada al E y NE de la población citada anteriormente; allí con espesores de 0,8 a 1 metro.

**Patquía Viejo I:** El banco de yeso aflora en una loma de 1,5 km de largo, presentando anchos que van de pocos metros hasta 80-90 m; posee un rumbo N 20-25° O e inclinación de 5 a 7° al OSO, en parte plegado y fracturado, y espesores de 0,70 a 1,40 m.

El mineral en cuestión se presenta en fibras de 1 a 2 cm de largo y coloración blanca o como yeso de grano mediano de color verdoso, en capas alternantes; además se observan bochones de alabastro. En general es compacto y duro. Suelen observarse delgadas venillas y guías de la variedad "selenita", que atraviesan los sedimentos en todas direcciones.

El resultado analítico de una muestra del trabajo de HERNANDEZ (op. cit.) se transcribe a continuación, en porciento:

Pérd. por calc. ....	4,98
SiO <sub>2</sub> .....	0,68
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (hierro + aluminio) .....	1,02
CaO .....	37,37
MgO .....	0,58
SO <sub>3</sub> .....	47,88
CO <sub>2</sub> .....	6,21

Por sus contenidos elevados en SO<sub>3</sub> y OCa y bajos en



pérdida por calcinación, es probable que la anhidrita ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ) se presente en una proporción alta.

El autor citado, en base a una superficie de los afloramientos de 29.450 m<sup>2</sup> con un espesor promedio de 1 m, arriba a reservas del orden de las 67.000 t.

En julio de 1980, época de la visita a la zona, el yacimiento se encontraba paralizado.

**Patquía Viejo III:** Situada a un km al OSO de la anterior; presenta características similares en cuanto al relieve y ambiente geológico imperante.

Su yacimiento lo conforma un banco de ancho aflorante de 40 a 80 m, rumbo N 50-55° O e inclinación de 6 a 7° al SO, con un espesor medio de 1,10 m.

Según HERNÁNDEZ (op. cit.) las reservas alcanzarían las 230.000 t.

#### Pozo Blanco

**Noñolo:** Este depósito perteneciente a los señores L. Albarracín y N. Abek, se localiza en la estancia Pozo Blanco, sobre el faldeo occidental de la sierra Brava, 107 km al E de la capital provincial, en el departamento Capital. Su acceso se realiza a través de la ruta provincial n° 6 hasta el paraje Pozo La Yegua y de allí unos 9 km hasta Pozo Blanco.

Según HERNÁNDEZ (1975-b) el nivel de yeso, que asigna a la F. Los Chivatos de edad terciaria, corona lomas distribuidas saltuariamente y arrumbadas en dirección NE-SO; estas lomas poseen 60-70 m de longitud, 40-50 m de ancho y 5 de desnivel respecto del llano. El banco presenta un rumbo N 20-30° O con inclinación al OSO y espesores de 2 a 2,5 m; está compuesto esencialmente por la variedad "selenita", cristalina y transparente.

El material útil consiste en un agregado de láminas de "selenita" de 1 cm de lado y 2 a 3 mm de espesor, de bastante pureza. Además se presentan bochones de hasta 1,5 m<sup>3</sup>, en una masa de yeso pulverulento de color amarillento.

Resultados analíticos de 2 muestras, una de yeso granudo (M. 1) y otra de yeso molido (M. 2) dados por el autor antes mencionado, en por ciento:

	M.1	M.2
Pérd. por calc.	1,27	4,65
Ins. en HCl	1,32	3,54
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	0,30	0,57
CaO	41,92	40,22
MgO	0,53	0,71
SO <sub>3</sub>	55,02	50,60
CO <sub>2</sub>	Vest.	Vest.

En base a los contenidos en SO<sub>3</sub> y OCa, así como por la pérdida por calcinación, es probable que el mineral contenga gran proporción de anhidrita.

HERNÁNDEZ (op. cit.) asigna 77.441 t de reservas positivas para este yacimiento.

#### SALTA

##### Puente de Plata

Esta cantera, cuyo propietario es el señor Jorge Padilla, se encuentra ubicada en la finca Santo Domingo, unos 4 km en línea recta, al este de la localidad de Puente de Plata, departamento Rosario de la Frontera.

Su acceso se realiza desde la ciudad de Rosario de la Frontera por la ruta nacional n° 34 por unos 35 km hasta la localidad citada, continuándose de allí, por la misma, unos 3 hasta un camino particular hacia el E, el cual, siguiéndolo por 2 km conduce al yacimiento.

El depósito se localiza en la parte alta de una lomada alargada meridionalmente, de suave pendiente al oeste y abrupta al este, que emerge de terrenos relativamente planos. El yeso se presenta en un banco de rumbo N-S e inclinación de horizontal a 5° al O, aflorante saltuariamente y descubierto por labores en unos 400 m de longitud en el sentido del rumbo y entre 40-60 m perpendicularmente; su espesor supera los 0,80 m, sin base visible. Posee un encape que varía de 0,2 a 1,30 m en los distintos sectores explotados, constituido por bancos arcillosos yesíferos y tierra vegetal. Un perfil realizado en una labor del sector E muestra de arriba hacia abajo:

- 0,05-0,10 m: Tierra vegetal parda.
- 0,30 m: Material de grano fino, suave al tacto, color blanco, friable (gypsita?).
- 0,35 m: Sedimento limo-arcilloso, de coloración verde claro, con bochones de 5 a 20 cm de yeso muy blanco y grano fino.
- 0,90 m: Banco de yeso explotado, en capas de 5 a 10 cm con delgadas intercalaciones de yeso impuro.

El yeso es de grano mediano a fino (1 a 2 mm), de coloraciones grises claras a verdosas, y se dispone en varias capas de 3 a 10 cm de espesor, con intercalaciones más arcillosas pardas que hacia la base presentan manchas limoníticas y finas capitas de yeso fibroso. El diaclasamiento principal tiene rumbo N 50° O y N 5° E, vertical.

Una muestra tomada por los autores para este trabajo, arrojó los siguientes resultados analíticos, en por ciento:

Ins. HCl	10,35
Calcio (CaO)	29,72
Magnesio (MgO)	0,69
Sulfato (SO <sub>3</sub> )	38,87
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,80
Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,45
Pérd. a 500°C	17,72
Pérd. a 900°C	1,53
Yeso (SO <sub>4</sub> Ca.2 H <sub>2</sub> O)	83,57

Se lo trabaja en forma manual en una labor elongada, en dirección N-S, de 100 m de largo con alturas de 2 al E y 0,80 al O, y un ancho de 15 a 20 m; además al sur de la citada se desarrollan trincheras y frentes alargados menores; existían en la época de la visita 4 sectores de arranque en las distintas labores.

El propietario, que comenzó con la explotación en 1978, trabajaba en octubre de 1980 a un ritmo de 100 toneladas mensuales, las cuales eran consumidas por la fábrica de cemento de Campo Santo (Compañía Juan Minetti).

Según datos de los pobladores, otras manifestaciones yesíferas se conocen hacia el SE, en las cercanías de las localidades de Copo Quile y Antillas.

##### Punta Negra

Un depósito de yeso propiedad del señor Víctor Bouysson, se localiza al NO del salar de Pocitos, en el departamento Los Andes, a menos de 1 km al NO del



paraje Pozo Cavado, desde donde se llega por el camino que conduce a la serranía de Rincón en unos 500 m y de allí una huella al NO de 300.

En la constitución geológica de esta región se presentan sedimentitas terciarias, principalmente areniscas y limolitas en delgadas capas alternantes, de coloración parda, portadoras de las evaporitas en cuestión.

El banco portador de yeso, estudiado por la Dirección Provincial de Minería de Salta, puede seguirse en unos 150 m de longitud, con un rumbo general N-S e inclinación de 18° al O, en él este sulfato se presenta en horizontes continuos de hasta 20 m de largo, con hasta 0,60 m de espesor y también en venillas de pocos milímetros.

El mineral es de coloración blanca grisácea, textura sacaroide y grano fino, respondiendo a la variedad "alabastro".

Existe un frente de unos 20 m de longitud y alrededor de 2 de alto, de poca penetración, de donde se han extraído bloques de alabastro de 0,4 a 0,2 m<sup>3</sup>; existen además otros pequeños destapes de exploración.

#### TUCUMAN

Los depósitos de esta provincia son conocidos desde varias décadas atrás, registrándose una producción de yeso cocido en 1939 de 2.666 t (ANGELELLI, 1941), mientras que el extraído total en el período 1945/1979 es del orden de las 100.000 t. Según datos de la Estadística Minera de la República Argentina, se ubica en el segundo lugar, detrás de La Rioja, entre las provincias del Noroeste. La evolución de la explotación de este mineral queda demostrada en los siguientes promedios por quinquenio, en toneladas, 1945/49: 1.960; 1950/54: 656; 1955/59: 156; 1960/64: 300; 1965/69: 7.576; 1970/74: 3.350 y 1975/79: 6.185.

Los yacimientos de yeso se localizan en dos regiones situadas al norte y noreste de la ciudad de San Miguel de Tucumán: una en el denominado valle de Choromoro o Alto valle del río Salí, principalmente en la llamada Cuenca de Vupos-Tapia, depresión ubicada entre las Cumbres Calchaquies, por el O, y la sierra de Medina por el E, departamento Trancas; y la otra en el faldeo oriental y austral de la sierra de La Ramada, departamento Burruyacu.

La sucesión sedimentaria del valle de Choromoro, según Bossi (1969) abarca la F. El Cadillal (Cretácica), mediante discordancia le sigue la F. Río Loro (Cretácico superior), F. Río Salí (Terciario indefinido) e India Muerta (Plioceno), estas dos últimas forman el grupo Choromoro de MON y URDANETA (1972), se sobrepone discordantemente la F. Ticucho (Pleistoceno), los niveles aterrazados holocenos y el relleno de cauces reciente; conjunto éste que apoya sobre filitas y cuarcitas del basamento, asignadas al Precámbrico (F. Medina). Para la sierra de La Ramada, SUAYTER y URDANETA (1974), por encima de la F. Medina señalan conglomerados y areniscas rojas del Subgrupo Pirgúa (Cretácico), al que siguen la F. Río Nio (Eoterciaria) y sobre ésta la F. Río Salí.

Ambas regiones responden al esquema estructural de las Sierras Subandinas cuyos rasgos lo constituyen bloques del basamento, en parte dúctiles, fallados y ascendidos, que provocaron el plegamiento de su cubierta, formando grandes anticlinales arrumbados en sentido general NNE-SSO, buzantes al N y al S.

La F. Río Salí, portadora de los bancos yesíferos, está constituida por lutitas pardo-rojizas con intercalaciones de yeso, arcilitas verdes, cineritas grises y calizas oolíticas, y alcanza un espesor aproximado de 800 m (MON y URDANETA, op. cit.); según TUMANEX S.R.L. (1978) para la cuenca de Vupos-Tapia, las capas de yeso se ubican en el miembro inferior, El Ojo, de la F. Río Salí (Mioceno-Plioceno) en un intervalo estratigráfico de 300 m que se halla a unos 200 m por encima de la base.

El ambiente de depositación lo constituyó una cuenca baja, de drenaje cerrado, en un clima seco y árido, depositándose yeso como una sedimentación química tipo playa.

Parte del producido de esta provincia es tratado en dos plantas de calcinación de yeso, existentes, en julio de 1980, una en la ciudad capital, y otra en las cercanías de Tapia, el resto del material es trasladado a la provincia de Salta para consumo de la fábrica de cemento.

#### Cuenca de Vupos-Tapia

Ha sido motivo de un estudio de evaluación de reservas por parte de TUMANEX S.R.L. (op. cit.) el cual determinó cuatro áreas, a saber: 1-Zona de Raco; 2-Zona de Campo Redondo; 3-Zona al O de Vupos y 4-Zona de Tapia, de ellas las tres primeras no han sido estudiadas en detalle dado que, por las características de los bancos y el espesor del encape, los costos de explotación serían muy elevados. La última, en la cual se encuentran los afloramientos más importantes de la región según el estudio citado, se ubica a lo largo de la ruta provincial n° 341 a partir del punto situado a 1 km de su empalme con la ruta nacional n° 9 y ocupa una franja de 3 km de largo en sentido E-O y 1,5 de ancho. En ella se han diferenciado 3 bancos principales:

*Banco A*, ubicado al N de la ruta 341, sus afloramientos se extienden en dirección NE-SO a lo largo de 1,2 km, con un ancho de 800 m, presenta rumbos variables en distintos sectores que van de N 35-50° E con 4 a 7° de inclinación al NO y N 30° O con inclinación de 8° al NE; un perfil generalizado de este banco, con espesores máximos y mínimos, desde arriba hacia abajo estaría representado por:

- 0,04 a 0,46 m: suelo indiferenciado
- 0,12 a 0,76 m: material pulverulento, fino, blanco-grisáceo, identificado como gypsita.
- 1,05 a 1,30 m: yeso macizo con intercalaciones de arcilitas o arcillas yesíferas de unos 0,10 m, con valores analíticos de 85 a 90,35 % de yeso.

*Banco B*, ubicado al S de la ruta citada, con una extensión de 400 m en sentido N-S; presenta un rumbo de N 70° E y buzamiento de 10° al NO, mostrando el siguiente perfil:

- 0,26 m: suelo indiferenciado
- alrededor de 0,5 m: capa de gypsita
- 1,34 m: yeso macizo con intercalaciones arcillosas de 8 a 10 cm, composición mineralógica similar a la del banco A.

*Banco C*, con una longitud visible de 60 m y rumbo



N 20° E inclinando 5° al NO, aumenta considerablemente su encape hacia el O, por lo que se considera su explotación económica en una pequeña franja paralela a su afloramiento; muestra el siguiente perfil:

0,25 m: suelo indiferenciado

0,80 m: zona de gypsita

1,29 m: capa de yeso macizo, con una intercalación de arcilita de 9-12 cm. Existe otro banco, unos 10 m por debajo, de 0,8 m de potencia.

El muestreo mediante canaleta perpendiculares a los bancos, sobre el yeso útil, realizado por la empresa que estudió la región y analizados por el químico Walter Ganzalo Tell (Tucumán), dio los siguientes resultados para algunas de las muestras (resumidos):

	1	4	11
SiO <sub>2</sub> .....	4,20 %	3,31 %	4,56 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,55 %	3,05 %	6,21 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,42 %	1,12 %	1,55 %
CaO .....	28,74 %	30,24 %	28,53 %
MgO .....	0,19 %	0,21 %	0,19 %
CO <sub>2</sub> .....	1,06 %	1,04 %	1,63 %
SO <sub>3</sub> .....	40,43 %	42,02 %	39,53 %
H <sub>2</sub> O .....	18,06 %	18,91 %	17,79 %
Yeso (SO <sub>4</sub> Ca.2 H <sub>2</sub> O) ..	86,75 %	90,17 %	84,82 %

Los trabajos de exploración, consistentes en calicatas y pozos, permitieron la cubicación, para bancos de más de 1 m de potencia y de menos de 2 m de cubierta estéril, de las siguientes reservas:

273.516 t de mineral positivo, en los bloques de I a V, y 30.670 t de mineral probable para los bloques VI y VII, con leyes superiores a 85 % de yeso.

**Cantera de J. Trujillo:** Se ubica en las cercanías de la localidad de Tapia, a unos 100 m al sur de la ruta provincial n° 341, a la altura de su km 2, departamento Trancas. Su acceso desde la capital provincial se realiza por la ruta Nacional N° 9, de la cual en su km 1.321 nace la ruta anteriormente citada hacia el oeste.

Se emplaza en un relieve de lomadas suaves, con abundante vegetación, conformadas por una secuencia bien estratificada de limos arenosos y arcillosos con intercalaciones de capas de yeso, suavemente plegados.

El yacimiento consiste en un banco de posición sub-horizontal a rumbo NE-SO con 10° de inclinación al NO, de espesor variable de 0,80 a 1 m, con una intercalación de arcilla verde clara, algo yesífera de 10 a 15 cm de espesor; corona a este banco unos 0,30-0,40 m de material arcilloso-limoso verdoso, con fina estratificación, cortado por venillas de yeso fibroso de 3 a 5 cm de espesor, siguen 20 a 30 cm de cubierta vegetal parda clara.

El yeso es masivo, de grano fino, tipo sacaroides, de coloración gris blanquecino con tonalidades azuladas y verdosas; una muestra común sobre 0,6 m en el frente de explotación de julio de 1980, extraída por los autores de este trabajo, y analizada en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, arrojó los siguientes porcentajes:

Ins. en HCl .....	10,67
Calcio (CaO) .....	27,90
Sulfato (SO <sub>3</sub> ) .....	40,30
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,40
Pérd. a 500°C .....	18,00
Pérd. a 900°C .....	1,38
Yeso (SO <sub>4</sub> Ca.2 H <sub>2</sub> O) ..	86,48

Existían, en el momento en que fue visitada la cantera, dos labores, una antigua y paralizada, consistente en un frente alargado en sentido N-S de 200 m de largo y 0,7-0,9 de alto, y la otra, activa, situada a menos de 100 m al E de la anterior, de forma triangular, de 15 m de largo y unos 10 de base, con alturas de 1 a 1,30 m, que presentaba dos frentes de arranque siguiendo la inclinación del banco.

Es trabajada en forma rudimentaria y a escala modesta por su propietario el señor J. Trujillo, y el material conjuntamente con otros de canteras vecinas, tratado en la planta de calcinación de yeso que el mismo posee a unos 300 m al oeste de las labores, que se encontraba inactiva en el momento de la visita; el producto es comercializado bajo el nombre de Yeso El Tucumano.

**Canteras de Adolfo López:** Se encuentra ubicada a unos 3,5 km al Oeste de la localidad de Tapia, y a 700 m al norte de la ruta 341, a la altura de su km 4, en el departamento Trancas.

Tanto el relieve como las características geológicas del área coinciden con lo descripto para la cantera Trujillo.

El yacimiento consiste en un banco de yeso de 1,10 a 1,20 m de espesor, de rumbo NE-SO e inclinación de 5-10° NO, reconocido por varias labores en un área de aproximadamente 1 ha.

El yeso es masivo, de aspecto sacaroides y grano mediano, de coloración blanquecina a gris clara, presentando delgadas intercalaciones arcillosas verdosas, conjunto cortado por finas venillas de yeso fibroso, en todas direcciones. En la labor explotada en julio de 1980, el piso corresponde a arcillas limosas verde claras y el techo a la cubierta de suelo vegetal pardo con espesores oscilantes entre 0,20 a 0,40 m.

Una muestra común sobre el banco de yeso, 1,10 m obtenida por los autores de este trabajo, analizado en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, dio los siguientes resultados en porciento

Ins. en HCl .....	10,87
Calcio (CaO) .....	27,30
Sulfato (SO <sub>3</sub> ) .....	40,23
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,70
Pérd. a 500°C .....	17,85
Pérd. a 900°C .....	1,90
Yeso (SO <sub>4</sub> Ca.2 H <sub>2</sub> O) ..	86,33

Existen varios frentes, por lo general de pequeñas dimensiones, tipos trincheras, trabajados en forma manual y a escala modesta, parte del yeso así obtenido es entregado a la fábrica de yeso calcinado del Sr. J. Trujillo.

Al este de las labores descriptas, existen otras, abandonadas, también de poca envergadura, ubicadas en una línea aproximada E-O de unos 2.500 m de largo, pertenecientes también al Sr. A. López.

#### Sierra de La Ramada

Las características generales de esta región han sido señaladas por SUAYTER y URDANETA (1974), quienes destacan los depósitos de materiales calcáreos sobre ambos faldeos de la sierra y los de yeso de la localidad de El Cajón. Para estos autores la F. Río Salí, portante de los yacimientos citados, está compuesta por limolitas y arcilitas rojas, con intercalaciones de margas



finamente estratificadas en su parte inferior, siguiéndole en su parte media bancos de calcáreo oolítico de 0,65 a 1,50 m de espesor y luego bancos de yeso de hasta 2 m de potencia. Para la zona El Cajón, en base a datos planimétricos, medidas de campo y foto-interpretación, los mismos estiman un volumen considerable de yeso.

*Cantera Calera Aconquija:* Propiedad de la firma Calera Aconquija S.R.L., se ubica en el paraje El Mollar, a unos 7 km al ONO de la localidad de Taruca Pampa, y 59 al NO de San Miguel de Tucumán, departamento Burruyacu. Se alcanza desde la localidad citada, ubicada sobre la ruta provincial n° 305, hacia El Cajón, por la ruta provincial n° 310 por 3 km, y de allí un camino privado hacia el oeste hasta el yacimiento.

El relieve está representado por lomadas bajas, aisladas, en la llanura del pie oriental de la sierra de La Ramada, constituidas por las sedimentitas de la F. Río Salí suavemente flexuradas.

El yacimiento está constituido por dos bancos superpuestos de yeso, de rumbo N 20° E e inclinación de 5-10° E hasta horizontales, cuyo perfil de arriba a abajo muestra lo siguiente:

- 0,20 m: tierra vegetal
- 1,20 m: limo-arcilloso pardo con capitas de yeso
- 0,35 m: arcilla-limosa verde clara, bien estratificada, con venillas y capitas de yeso fibroso.
- 0,35 m: banco de yeso masivo de grano mediano (2 a 4 mm) de tonalidades grises claras a oscuras, en parte con bandeamiento verdoso.
- 0,20 m: intercalación de arcilla verdosa, finamente estratificada, con venillas y capitas de yeso fibroso.

0,70 m: banco de yeso masivo similar al superior.

Los mantos de yeso constituyen las partes altas de las lomadas otorgándoles un aspecto mesetiforme y son explotados siguiendo su afloramiento por una trinchera de unos 100 m de largo dispuesta a modo de U orientada en sentido NE-SO, presentando al frente una forma octogonal debido a que se siguen dos planos de diaclasas subverticales, perpendiculares entre sí de rumbo N 70° O y N 20° E. Otra trinchera de unos 30 m de largo se sitúa a corta distancia hacia el OSO de la descripta.

Sobre cada uno de los bancos, los autores del presente trabajo han tomado una muestra, las que analizadas en los Laboratorios del Servicio Minero Nacional arrojan:

	Banco Superior	Banco Inferior
Ins. en HCl .....	10,56 %	3,23 %
Calcio (CaO) .....	28,50 %	30,90 %
Sulfato (SO <sub>4</sub> ) .....	39,80 %	44,00 %
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,60 %	0,30 %
Pérd. a 500°C .....	17,73 %	19,35 %
Pérd. a 900°C .....	2,12 %	1,48 %
Yeso (SO <sub>4</sub> Ca.2 H <sub>2</sub> O) ..	85,40 %	94,42 %

En julio de 1980, época en que fue visitado el yacimiento, se trabajaba a un ritmo de alrededor de 500 t/mes, parte de las cuales eran "quemadas" en un pequeño horno a leña situado en las cercanías de las labores con la obtención de un llamado "yeso de segunda", el cual conjuntamente con el resto del crudo es enviado a la ciudad de Tucumán para la elaboración de "yeso de primera" en la planta que posee la firma propietaria.



## ROCAS DE APLICACION

## ARENA Y CANTO RODADO

Estos materiales corresponden a sedimentos clásticos más o menos sueltos, provenientes de la destrucción de rocas de muy variada naturaleza, originados por acción fluvial y con una selección variable de acuerdo a la naturaleza del agente de transporte. Son aprovechados en cursos de ríos actuales y abandonados, como así también en planicies aluviales o niveles aterrizados y conos de deyección.

Por arena se considera un material inconsolidado compuesto por partículas cuyo tamaño varía entre 1/16 y 2 mm, clasificándose como fina, mediana y gruesa. Los tamaños superiores son llamados comúnmente canto rodado (ripio o grava) y se comercializa en diversas granulometrías. En algunos casos suelen seleccionarse rodados mayores (de 10 a más de 20 cm) para revestimientos o construcción de algunas edificaciones. Normalmente, en la región en consideración, los materiales explotables se presentan como un agregado suelto conformados por todas las granulometrías mencionadas en proporciones variables, y con ciertas cantidades de sedimentos limo-arcillosos mezclados.

Todas las provincias que se tratan registran producción de estos materiales, cuyos centros más importantes se hallan cercanos a las grandes ciudades o a obras públicas y privadas de cierta envergadura, a las cuales abastecen, desapareciendo en muchos casos después de finalizadas las mismas. Su extracción se realiza en forma manual y también mecanizada; las firmas más importantes que operan en este rubro poseen plantas de clasificación, en las cuales obtienen las distintas granulometrías que demanda el mercado, en muchos casos plantas de lavado y eventualmente de trituración.

Si bien los registros de producción no son continuos, dadas las características de la misma, su evolución a partir del año 1965 puede verse en las Figuras 29 y 30.

Las mayores movilizaciones se registran en los alrededores de la ciudad de Catamarca (río El Tala); en el río Chijra, próximo a la ciudad de San Salvador de Jujuy; sobre el río Mal Paso, a pocos kilómetros al S de la capital riojana; en los ríos Arenales y La Caldera-Wierma, al S y N de la ciudad de Salta, respectivamente; y por último la importante producción de la provincia de Tucumán, en las inmediaciones de la ciudad de Lules y sobre ambas márgenes del río Salí en las proximidades de su capital.

## CATAMARCA

Los principales centros productores de ripio y arena se ubican en las inmediaciones de la ciudad capital de la provincia, principalmente en las cercanías de la ruta provincial nº 4 que une la ciudad de Catamarca con la localidad de El Rodeo, en los departamentos Capital y Ambato.

El material aprovechable es un sedimento aluvial, depositado por ríos turbulentos, del tipo fanglomerado, caracterizado por una muy mala selección. Los tamaños

de clastos que lo componen varían desde bloques de 0,5 a 1 m<sup>3</sup>, los cuales son descartables, hasta fracciones de entre 10 y 50 cm de diámetro mayor, por lo general medianamente redondeados y con baja esfericidad, que son los predominantes; la matrix es del tipo sabulítico-arenosa-limosa, friable, de coloración castaño clara a oscura. Entre el material clástico abundan las rocas migmatíticas y gnéicas gris claras.

De Sur a Norte los depósitos visitados son los siguientes:

*Ojo de Agua*

*Cantera de Soria:* Se emplaza en el paraje conocido como Ojo de Agua, distante unos 3 km al O de la ciudad de Catamarca, departamento Capital. El acceso se realiza desde la localidad citada, por la ruta provincial nº 4 hasta el Km 2; de allí por medio de un desvío de 1.200 m se alcanza el río El Tala, sobre el cual se encuentra la cantera. La concesión comprende 20 Ha pero en el momento de la visita la extracción se realizaba en una longitud de alrededor de 500 m, tanto sobre el cauce del río como en sus márgenes; el material extraído del cauce es renovado en las sucesivas crecidas del curso de agua.

El material en explotación corresponde a clastos de rocas cristalinas, predominando en gran medida los tamaños de 20-30 a 10-15 cm de longitud mayor, en una matrix areno-sabulítica.

Se trabaja en forma mecanizada; en cantera se efectúa una primera selección del sedimento separando el menor de 5 cm (2"), el que luego es clasificado en una planta sita a escasos 50 m de la cantera; el material mayor es triturado y clasificado en la planta citada, obteniéndose las siguientes fracciones, en cm: 0,4 a 1 (3/16 a 3/8"); 1 a 1,6 (3/8 a 5/8"); 1,6 a 3,2 (5/8 a 1 1/4"); 3,2 a 5 (1 1/4 a 2").

En marzo de 1980, el producido de esta cantera era muy reducido, ya que se estaba instalando una nueva planta de trituración y clasificación.

*El Calvario*

*Dirección Provincial de Vialidad:* La concesión de este Organismo se halla ubicada en el lugar conocido como El Calvario o Chacarita de los Padres, a unos 7 km al Oeste del centro de la capital provincial, departamento Capital. El acceso desde la ciudad de Catamarca se realiza por la ruta provincial nº 4 hasta el Km 6 (300 m pasando El Calvario) y desde ese punto se toma una huella de 800 m hasta alcanzar el arroyo El Potrero, en cuya margen izquierda se ubica la cantera.

Se extrae un material muy mal seleccionado en el que participan bloques de 0,5 a 1 m<sup>3</sup>, y clastos de entre 0,15 a 0,50 m de lado mayor, que representan la fracción predominante; la matrix está compuesta por clastos de 4 a 5 cm y material sabulítico-areno-limoso de coloración pardo clara, ofreciendo el conjunto una disposición caótica.



GRAFICO DE PRODUCCION DE ARENAS PARA CONSTRUCCION  
(1965 - 1979)

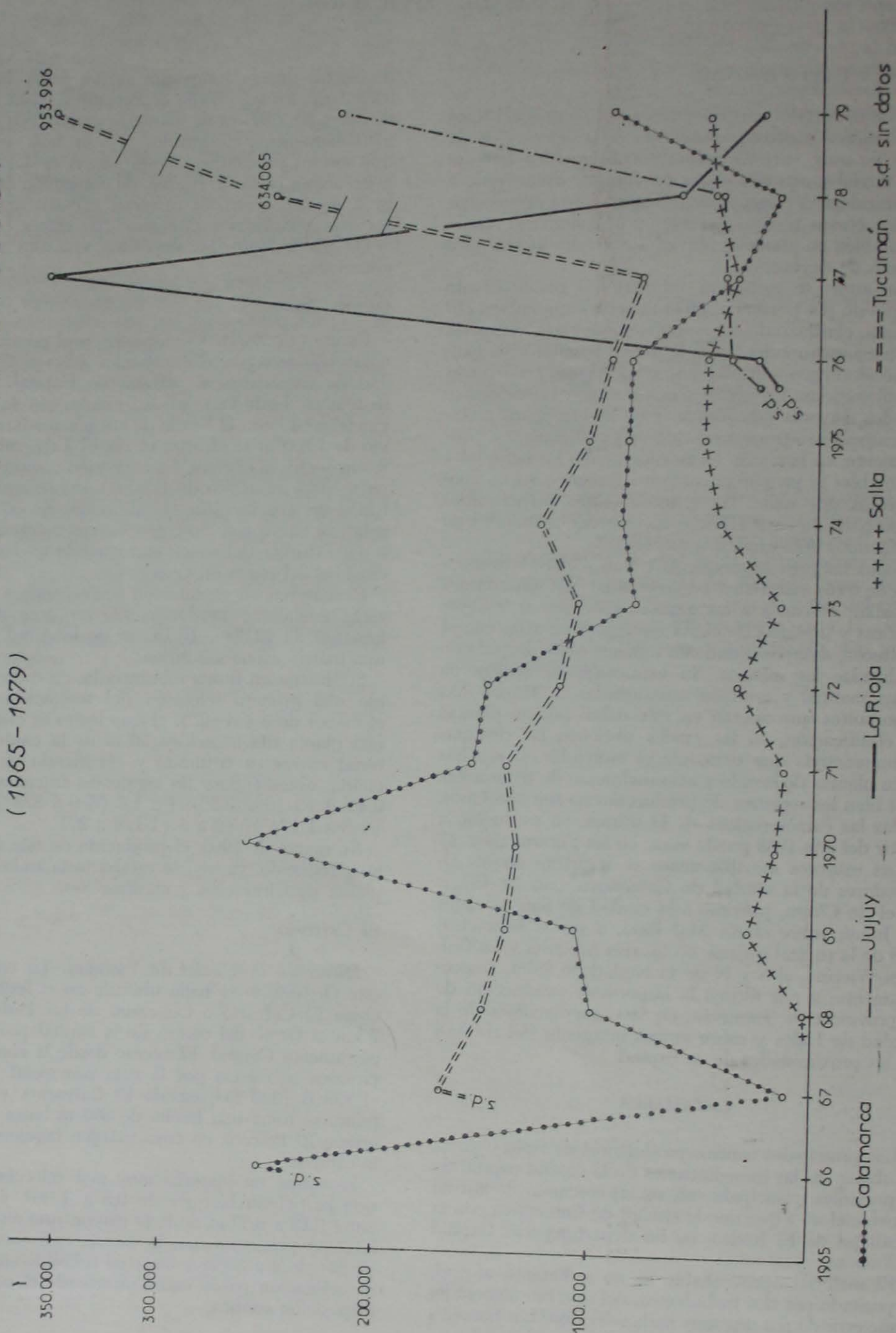
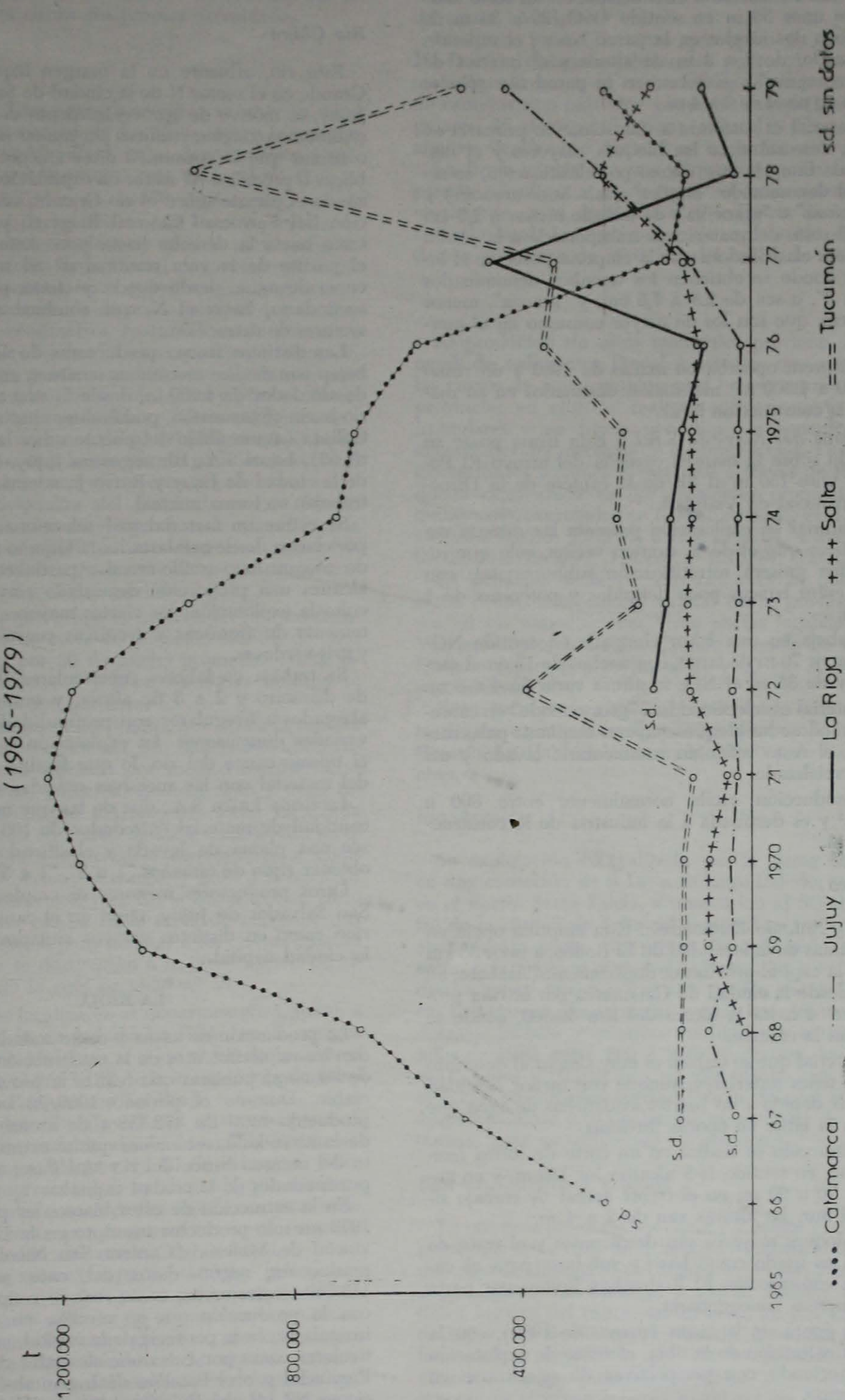
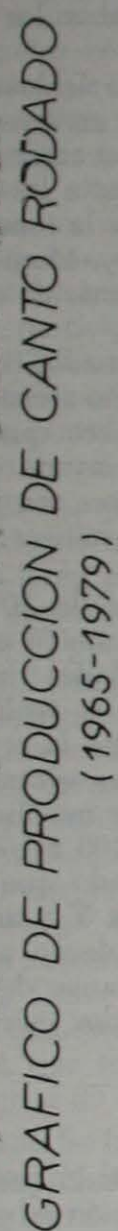




Fig. 30





Se lo extrae, en forma mecanizada, en un corte alargado de unos 50 m en sentido OSO, 20 a 30 m de ancho, con dos niveles en la pared Norte; el superior, abandonado, de 2 a 3 m de altura y el inferior de 4 a 6 m según los sectores; en la pared Sur sólo se observa un nivel de 3 a 4 m.

El material es sometido a una selección primaria en cantera, descartándose los bloques mayores y el material más fino, de este último por clasificación, se separan el denominado "blinder" (sabulítico-arenoso) y una "granza" o "grancilla", de tamaño menor a 2,5 cm (1"). El resto del material es transportado a la planta trituradora-clasificadora que la empresa posee en el lugar, de donde se obtienen los tamaños denominados "de 1 a 3", o sea de 2,5 a 7,5 cm, y "granza", menor de 2,5 cm, que son los de mayor consumo en el mercado.

La empresa operaba en marzo de 1980 a un ritmo de 1.200 a 1.500 m<sup>3</sup> mensuales, destinados en su mayoría a la construcción local.

**Canteras del Noroeste S.R.L.:** Esta firma posee su concesión sobre la margen derecha del arroyo El Potrero, a unos 150 m al SE de la cantera de la Dirección Provincial de Vialidad.

El material en explotación presenta las mismas características que el de la cantera vecina, sólo que registra una grosera estratificación subhorizontal, con límites entre bancos poco definidos y potencias de 1 a 1,5 m.

Se trabaja en una labor elongada en sentido NO-SE, de unos 70 m de largo, con anchos de 15 en el sector SE y de 35 en el NO; su altura varía de 4 a 8 m.

El material es seleccionado a "grosso modo" en cantera, separándose los bloques mayores mediante palas mecánicas; el resto sufre un rudimentario lavado y así es comercializado.

La producción oscila normalmente entre 800 a 1.200 m<sup>3</sup> y es destinada a la industria de la construcción local.

### El Rodeo

**Ivica y Antonio Dumandzic:** Esta empresa opera en las cercanías de la localidad de El Rodeo, a unos 33 km al N de la capital provincial, departamento Ambato. Se accede desde la ciudad de Catamarca por la ruta provincial n° 4 hasta la altura del Km 32,500, donde se encuentra la cantera.

El material que se trabaja es muy similar al descripto para los casos anteriores, aunque con menor cantidad de matrix debido a las fuertes avalanchas de agua que inundan la labor en épocas lluviosas.

La extracción se realiza en un corte de forma irregular que, en sentido N-S alcanza los 150 m, y en anchos de 70 a 20 m; en el frente actual de trabajo situado al Sur, las alturas van de 2 a 4 m.

Los bloques mayores son descartados y el resto de material es usado como base y sub-base para el camino en construcción El Rodeo-Las Juntas, por parte de la empresa concesionaria.

En la época de la visita (marzo de 1980), con la ya casi finalización de la obra, el ritmo de explotación iba decreciendo con perspectivas de paralizarse en poco tiempo.

## JUJUY

### Río Chijra

Este río, afluente en la margen izquierda del río Grande en el sector N de la ciudad de San Salvador de Jujuy, es motivo de aprovechamiento de su relleno de sedimentos conglomerádicos por numerosos productores o firmas que lo consumen directamente en obras públicas o privadas. Al sector en explotación se llega cruzando el puente sobre el río Grande, vecino a la estación del Ferrocarril General Belgrano y al dejarlo se toma hacia la derecha hasta poco antes de alcanzar el puente de la ruta nacional n° 56 sobre el citado curso de agua, desde donde se toma por un camino secundario, hacia el N, que conduce a los diversos sectores de extracción.

Las distintas firmas productoras de áridos que trabajan con medios mecánicos se sitúan en una distancia de alrededor de 4.000 m, desde la desembocadura del río hacia aguas arriba, pudiéndose citar a las empresas Collaza (aguas abajo del puente sobre la ruta nacional n° 56), Lasca S.A., Hormigonera Jujuy, Municipalidad de la ciudad de Jujuy y Bravo J., además de otras que trabajan en forma manual.

Se extrae un material mal seleccionado, compuesto por clastos desde cefalares hasta tamaño arena, mezclado con un limo-arcillo-arenoso parduzco que a veces alcanza una proporción demasiado elevada que dificulta la explotación; los clastos mayores son preferentemente de areniscas y areniscas cuarcíticas moradas y gris-verdosas.

Se trabaja en labores subcirculares de 10 a 15 m de diámetro y 2 a 3 de altura, y también en cortes alargados a irregulares con profundidades similares y variadas dimensiones. La explotación se realiza sobre el mismo cauce del río, lo que facilita la renovación del material con las sucesivas crecidas veraniegas.

La firma Lasca S.A., una de las que moviliza mayor cantidad de material (alrededor de 100 m<sup>3</sup>/día), posee una planta de lavado y clasificado que permite obtener ripio de tamaños "1 a 3", "1 a 5" y arena.

Otros productores menores se emplazan al SE de San Salvador de Jujuy, tanto en el cauce del río Perico como en distintos arroyos situados entre éste y la ciudad capital.

### LA RIOJA

La producción de arena y canto rodado que demandan los requerimientos de la construcción en general y de las obras públicas que realiza la provincia, es apreciable. Durante el período 1969/72 se registró un producido total de 472.538 t de arena y 1.250.983 t de canto rodado, volúmenes que se extraen mayormente del antiguo cauce del río Mal Paso, situado en las proximidades de la ciudad capital.

En la extracción de estos materiales participaba en 1979 un solo productor inscripto en la Dirección Provincial de Minería (Cantera San Nicolás), con una producción, según datos del ente provincial, de 113.000 t entre arena, canto rodado y ripio, sin contar con la producción que se efectúa en explotaciones irregulares, en la periferia de la capital, ya sea por particulares como por entes oficiales tales como Vialidad Provincial y/o el Batallón de Ingenieros en Construcciones N° 141 del Ejército Argentino, con sede en La



Rioja, que trabaja esporádicamente los terrenos que le pertenecen, para cubrir sus propias necesidades.

#### Río Mal Paso

**San Nicolás:** La cantera homónima se ubica a unos 7 km al S de la ciudad de La Rioja, sobre la margen izquierda del río Mal Paso, en el departamento Capital; con acceso por la antigua ruta nacional n° 38.

El material detrítico motivo de explotación, corresponde al antiguo lecho del río Mal Paso y procede de la destrucción de rocas de muy variada naturaleza. Se trata de una extensa área aluvial cuyo material detrítico está representado por gravilla, grava gruesa y bloques con unidades de diversos tamaños que oscilan desde algunos centímetros hasta 0,5 m de diámetro. Subangulares a redondeados corresponden a metamorfitas, migmatitas y rocas graníticas y en menor proporción a rocas filonéas, volcánicas y cuarzo. Intercalados entre estos materiales se presentan lentes delgadas y mantos arenosos de 0,10-0,20 hasta 0,50 m de espesor. Los bancos y lentes son de posición horizontal y a veces muestran una cierta estratificación entrecruzada. La participación del material arenoso es del orden del 60 %; en su mayor parte es de granulometría gruesa y en su composición interviene el cuarzo y feldespato en cantidades similares y en menor proporción plagioclasa, mica y escaso granate.

De las 23 Ha que ocupa la cantera, en campos fiscales, se distingue un corte de dirección NO-SE de unos 300 m de largo por 50 de ancho promedio y una altura que oscila entre 4 y 8 m. La altura máxima se registra en su porción noroeste.

La firma Hermenegildo Bosetti, que opera la cantera desde hace tres años, cuenta con una planta clasificadora. El material extraído por medios mecánicos se clasifica en arena, grancilla, granza, ripio y otros tamaños a requerimiento del mercado local. La citada empresa producía en marzo de 1980 unas 5.000 t mensuales, en distintos materiales, con destino a obras municipales, públicas y privadas, y para abastecer de áridos a la construcción vial. En la fecha que se visitó el área, la firma estaba en la tarea de construir una planta de trituración para someter a los elastos grandes y bloques, que se destinarían a la construcción de algunos tramos de la ruta nacional n° 38.

**Don Raúl:** Se localiza en el departamento Capital, a unos 10 km de la ciudad de La Rioja, en la margen izquierda del río Mal Paso, a 3 km al SE de la cantera San Nicolás, en el km 1.146 de la antigua ruta nacional n° 38 que une Patquía con La Rioja.

El material detrítico aluvial está integrado por unidades de tamaño variable, desde arena fina hasta clastos de 10-15 cm y bloques de 50 de diámetro. Estos últimos están representados, igual que lo que acontece con los materiales considerados en la cantera anterior, principalmente por metamorfitas y rocas graníticas que proceden del cordón del Velasco.

Muestran en su mayor parte un color gris y una disposición caótica de las gravas y bloques dentro de sedimentos psamo-pelíticos, y en sectores se observa acumulaciones detríticas gruesas a modo de lentes discontinuas de algunos metros de espesor intercalados con otros de material arenoso. Es de señalar que en partes se observa cierta consolidación de los mate-

riales como consecuencia de su cementación a partir de aguas circulantes.

La firma Raúl Contreras, que opera en unas 30 Ha fiscales, trabaja en diferentes puntos de esta acumulación aluvial, no registrándose verdaderos cortes de canteras sino más bien pequeñas excavaciones irregulares. El destape, de tierra vegetal y limo, es de algunos centímetros hasta 2 m en zonas aterrazadas.

La firma cuenta con una pequeña zaranda fija que permite clasificar arena y ripio. Se comercializa principalmente arena destinada a la industria de la construcción local. Los volúmenes de explotación son modestos; en marzo de 1980 fue del orden de las 400 t.

#### SALTA

El producido de estos materiales proviene, en general, de sedimentos fluviales actuales que contienen los cursos de agua, permanentes o temporarios, de la provincia; en ellos se realizan saltuariamente cortes irregulares y en forma periódica, de acuerdo a las necesidades del mercado de la construcción. Las variaciones de los volúmenes extraídos a través de los años queda demostrada en los siguientes promedios por quinquenio, expresados en toneladas: 1945/49, 129.900; 1950/54, 30.676; 1955/59, 6.485; 1960/64, 4.404; 1965/69, 26.094; 1970/74, 114.730 y 1975/79, 156.526.

La principal zona de extracción es la que tiene como centro a la ciudad capital de la provincia, ya sea en sus inmediaciones como en las localidades de Vaqueros hasta la de La Caldera y en la de Campo Quijano (entre 8 a 20 km al N y 30 km al SO, respectivamente).

Entre los ríos cuya aprovechamiento de áridos resulta de mayor importancia, pueden citarse el Arenales Rosario, La Caldera-Wierma, Mojotoro y de Las Conchas.

#### Río Arenales

Su explotación es realizada por la firma Moyano, en una concesión de 2 km a lo largo del río; se ubica en el Barrio Santa Lucía, a unos 3 km al SO del centro de la ciudad de Salta. El material se trata de una acumulación suelta de origen fluvial, mal seleccionada, compuesta por clastos redondeados a subredondeados cuyos tamaños mayores oscilan entre 15 y 20 cm hasta arena, de areniscas y cuarcitas grisáceas verdosas y blancas y pizarras verdosas. Se extraían en julio de 1980 entre 200 a 250 m³ diarios, los cuales son lavados y clasificados en una planta instalada en el lugar, en distintos tamaños: ripio, blinder y arena, aprovechándose ocasionalmente el material de mayor tamaño para su utilización en cimientos.

#### Ríos La Caldera y Wierma

La empresa provincial de Agua y Energía (A.G.A.S.) posee una concesión de 4 km, mayormente a lo largo del cono de deyección del segundo de estos ríos, en el departamento La Caldera, y extrae además de distintos lugares del cauce, en áreas de anchos variables de 100 y más de 300 m; se trata de materiales mal seleccionados compuestos por clastos redondeados de cuarcitas claras, pizarras, esquistos y escasas rocas ígneas; se efectúan labores irregulares en los sectores



con menos impurezas arcillosas, siendo los mismos rellenados posteriormente en las sucesivas crecientes. La empresa posee una planta de clasificación y lavado emplazada pocos metros aguas abajo del puente de la ruta nacional n° 9 sobre el río La Caldera, a unos 12 km al N de la ciudad de Salta. Operaba en julio de 1981 a un ritmo promedio de 120 m³/día, obteniendo granulometrías de arena fina y gruesa, blinder (menos de 1/2 pulgada) y ripios de "1 a 3", "1 a 4" y "4 a 6" pulgadas, además se seleccionaban los tamaños mayores para uso en cimientos; estos materiales abastecen a empresas públicas o privadas en todo el ámbito provincial.

Aguas arriba de la cantera citada precedentemente, hasta las cercanías del dique Campo Alegre, así como aguas abajo, en el río Vaqueros, en el departamento La Caldera, trabajan otras firmas que operan en menor escala.

#### Río Rosario (Quebrada del Toro)

Numerosas explotaciones se registran en unos 6 a 7 km a lo largo de este cauce, principalmente en las vecindades de la localidad de Campo Quijano, sito a 30 km al SO de la capital provincial, en el departamento Rosario de Lerma.

Los materiales que se explotan corresponden a acumulaciones fluviales, mayormente sueltos, mal seleccionados, de clastos subredondeados de pizarras y esquistos grises y verdosos y cuarcitas claras, en tamaños que oscilan entre bloques y arena gruesa, en sectores con matrix areno-limosa.

De NO a SE los productores de mayor importancia (julio de 1981), son: la empresa Giacomo Fasio, que extrae a unos 3 km al NO de la localidad ya citada, clasificando cerca de 20 m³ diarios de arena gruesa y ripio de "1 a 3", consumidos en construcciones que la misma realiza. Ya en las vecindades de Campo Quijano (cercanías del cementerio), la empresa Horminor procesa materiales en una planta de clasificación y lavado situada sobre la margen izquierda del río, con una producción de alrededor de 100 m³/día para ser utilizados exclusivamente en construcciones viales; un volumen similar extrae la Municipalidad de la ciudad de Salta a un centenar de metros aguas abajo, a la que siguen en dirección Sur otras explotaciones menores, particulares, que trabajan en forma manual y con pequeñas zarandas. Sobre este río, aguas abajo del sector descripto, en las inmediaciones de la localidad de El Carril, departamento Chicoana, se sitúa otro pequeño centro productor de áridos.

Otros: En el cauce del río Mojotoro, cercano al puente sobre la ruta nacional n° 34, a unos 7 km al Sur de la ciudad de General Güemes y también en el Sur de la provincia, en el río de las Conchas, pocos kilómetros al Norte de la ciudad de Metán, se registran explotaciones de áridos, los cuales son consumidos localmente en diferentes obras.

#### TUCUMAN

Muy apreciable es la producción de arena y canto rodado en esta provincia, constituyendo el rubro de mayor volumen de producción dentro de las rocas de aplicación. El creciente ritmo de la construcción y obras públicas en los últimos años, trajo aparejado la gran

demanda de arena y canto rodado. Estos son explotados fundamentalmente en el área de Lules —La Reducción, río Lules— y sobre ambas márgenes del Salí, en las proximidades de la ciudad capital. Existen 25 firmas radicadas en esas zonas, de las cuales sólo 6 estaban legalmente registradas en la fecha que fuera visitada el área (julio de 1980). La explotación es controlada por la Dirección de Agua y la Dirección Provincial de Minas, sin embargo, municipios, empresas viales y paleros clandestinos extraen materiales de los distintos arroyos y ríos de la provincia sin control alguno.

En la zona de Lules están establecidas las empresas: San Ramón S.R.L., DUMIC, Ingeco S.A.C. y otras, mientras que en las proximidades del río Salí se encuentran: Áridos San Miguel, Constructora Ing. H. Cerviño, Cuezco Hnos., Helpa S.R.L., Los Talitas, Vialidad Provincial, Municipalidad de San Miguel, etc.

La importante producción de áridos fue para 1978 de 1.650.000 t, según lo registrado. En base a la Estadística de la Secretaría de Estado de Minería se han podido establecer los siguientes promedios, por quinquenio:

	Arena	Canto rodado
1965-1969 .....	92.000 t	76.000 t
1970-1974 .....	125.477 t	209.675 t
1975-1979 .....	373.700 t	482.218 t

#### Lules

*San Ramón S.R.L.:* Esta cantera se localiza 1,5 km al N de La Reducción, departamento Famaillá. Dista 23 km de San Miguel de Tucumán y 3 de la población de Lules, con acceso por la ruta nacional n° 38.

Las labores se emplazan en un antiguo cono de deyección del río Lules. El material detrítico aluvial está compuesto por cuarcitas, pizarras, filitas, granitos de dos micas, etc. Se observan niveles conglomerádicos arenosos intercalados. Son bancos lenticulares con estratificación entrecruzada en parte y medianamente seleccionados.

El grado de redondez —redondeado a subredondeado— implica un transporte fluvial manifiesto. La coloración de los materiales es variable, predominando los tonos grisáceos y pardos. El frente de explotación (julio de 1980) consiste en una labor semicircular, con una superficie aproximadamente de 3.000 m² y 10 m de altura. El encape de cubierta vegetal es de 20-40 cm. Las labores ya explotadas cubren una superficie de 2-3 Ha, donde se acumula el material tamaño bloque, para trituirlo posteriormente.

La planta consta de una clasificadora; el material es movilizado a través de zarandas vibratorias y transportado por cintas de distinta longitud y capacidad. Todo el proceso se halla altamente automatizado.

El material extraído es clasificado, lavado y triturado; el lavado se lo separa en fracciones desde 1/8" (1-3 mm) hasta 1,5" (38 mm); el triturado en granza desde 3/4" (19,05 mm) hasta 2" (50,80 mm) y el triturado y lavado en granza 1" (25,4 mm) y blinder de 1-3" (25,4-76,2 mm); esta última se aprovecha en la fábrica "Hormigón S.A.", sita en las inmediaciones de la planta, donde se elaboran estructuras premoldeadas.

La firma hace 5 años que está instalada en la zona. Su producción es de 2.000 t diarias, que se utilizan en



obras viales (Autopista Sur) y otras civiles (Planta Papel de Tucumán), por ejemplo.

**DUMIC:** Sobre la ruta nacional nº 38, aproximadamente a 1,4 km de La Reducción, se encuentra el acceso a Papel de Tucumán, obra en ejecución por la empresa DYCASA S.A. La mencionada firma ha arrendado una cantera perteneciente a DUMIC, ubicada a 2,5 km al NO de la ruta. La misma ocupa una superficie de 1 Ha, con labores de forma irregular. El material detrítico presenta características semejantes a la cantera anteriormente citada. Se explota en forma mecanizada y se clasifica en "grancilla" (19 a 32 mm); la producción es variable, dependiendo de las exigencias de la obra.

**Ingeco S.A.C.:** Esta firma se emplaza sobre la margen O del río Lules, a 2 km de la población homónima. Se accede por la ruta nacional nº 38 hasta cruzar el puente sobre el mencionado río y luego siguiendo una calle vecinal al SE, se llega al yacimiento.

El material detrítico que se extrae de la playa de inundación es heterogéneo, mal seleccionado y de composición variada (pizarras, esquistos, cuarcitas, granitos, etc.). Presenta material fino (limo-arcilla), algunas veces adherido a los clastos. La materia orgánica no es muy abundante.

La cantera es operada mecánicamente y el material se clasifica en ripio de 1,5" (38,1 mm), destinado a obras viales, en especial como sub-base de caminos.

La producción registrada fue de 500 m<sup>3</sup> por mes, de ese material.

En el área se localizan otras empresas: MARINUCCI y DECAVIAL S.A., que se hallaban paralizadas cuando se las visitó. Además del Municipio de Lules que obtiene materiales en distintos lugares del curso y opera en forma precaria.

### Río Salí

En el área del citado río, departamentos Capital y Cruz Alta, se localizan varios productores emplazados sobre ambas márgenes.

**Aridos Neville:** Esta empresa radicada hace 9 años en la margen derecha del curso, se ubica al ESE de la ciudad capital. Desde el puente Lucas Córdoba se llega por un camino vecinal paralelo al río, que tras seguirlo por unos 1.100 m, conduce a la "Arenera San Miguel", perteneciente a la firma visitada. La misma trabaja en forma mecanizada y el material es lavado y clasificado en arena fina (0,25 mm), mediana (0,50 mm) y gravilla (blinder) 2 a 20 mm, 30 mm y 50 mm. El material de rechazo se vuelve al talud del río, de acuerdo al orden de secuencia, establecido por D.P.A.

La producción es utilizada en obras civiles y camineras. Actualmente se está montando una planta de hormigón elaborado para premoldeados (viguetas, etc.). La concesión, de forma rectangular, se ubica contigua a la planta; acusa un largo de 100 m por 80 de ancho. Los clastos son subredondeados a subangulosos. Litológicamente están compuestos por: esquistos, filitas, cuarcitas, gneises, migmatitas y rocas graníticas. El material fino trae algo de arcilla y materia orgánica acompañando.

La producción prevista es de 1.800-2.000 m<sup>3</sup> por mes.

**Cuezzo Hnos.:** Instalada a 1 km de la anterior aguas abajo, sobre la margen O del río en consideración. La firma viene operando en este sitio desde hace tres años y sus concesionarios son Francisco, Donato y Juan Cuezzo.

La concesión, de forma rectangular, presenta una longitud de 1.100 m, paralela al río. El depósito consiste en capas lenticulares de distribución irregular; existen algunos niveles limpios pero la mayoría registran materiales finos adheridos a los clastos; incluso ramas y raíces vegetales intercaladas. El material se lava y clasifica en ripio de granulometría de 25,4 a 76,2 mm.

A 150 m al E de la explotación citada, en terrenos de la propia firma, se encuentra otra cantera de forma semicircular. Esta presenta 60 m de ancho, 30 de avance y 5 de alto; en parte se hallaba inundada. En el sector NE de la misma se observa el siguiente perfil: 0,00-0,15 m, suelo indiferenciado; 0,15-0,75 m, grava con arena gruesa a fina; 0,75-1,10 m, arena mediana a limo-arcilla.

La explotación es realizada en forma mecanizada y su producción es irregular.

**Helpa S.R.L.:** Esta firma se localiza a 3,5 km al S del puente Lucas Córdoba, con una antigüedad en ese sitio de 5 años y 15 a lo largo del río. Se opera sobre la margen O del mencionado curso en una superficie de forma rectangular con dimensiones de 800 m de largo y 90 de ancho. El material es semejante al de la cantera anteriormente descrita pero más limpio, es decir, con menor proporción de arcilla y materia orgánica. El porcentaje de arena es mediano.

La explotación se efectúa de acuerdo al siguiente procedimiento: el material se extrae de la planicie de inundación del río, realizando laboreos de profundización de los distintos cursos para que durante las crecientes -período estival- el grueso se deposite en esos lugares. Posteriormente es cargado en camiones y transportado hasta una clasificadora primaria que descarta el tamaño "piedra bola". El pasante se lava y se clasifica en ripio de 1-7" (25,4-177,8 mm), 1-5" (25,4-127,0 mm), 1-3" (25,4-76,2 mm) y arena. El material se acopia en bruto y seleccionado, se utiliza para distintos fines (pavimentación, lozas, canales, etc.). Se producen 400 m<sup>3</sup> de material en bruto por día, lo que representa 8.000 m<sup>3</sup> por mes, con un descarte variable que puede estimarse en un 25-30 %.

Esta empresa cuenta con dos plantas de hormigón elaborado, una situada en la ciudad de San Miguel de Tucumán, y otra en las proximidades de la concesión que debía comenzar a funcionar a fines del año 1980.

**Los Talitas:** Esta cantera, propiedad de Chediack Voigt S.A., se halla situada en el paraje conocido como El Colmenal, al NE de la ciudad capital. Se llega hasta ese lugar para luego tomar un camino secundario al E, a través de 2,5 km, que nos conduce al depósito de arena y grava que se emplaza sobre la margen derecha del río Salí; la concesión ocupa una superficie de 18 Ha (2.000 m de largo por 90 de ancho), donde se han efectuado importantes labores. La que se encontraba en explotación en el momento de la visita (julio de 1980), registraba 200 m de largo, 80 de ancho y 2 de alto. El material está conformado litológicamente por cuarzo, filitas, esquis-



tos y rocas graníticas. La fracción arenosa predomina sobre la grava; la materia orgánica es poco abundante.

El árido se lava y se clasifica en: arena mediana (0,25-0,50 mm); arena gruesa (0,50-1,00 mm) y ripios desde 25,4 hasta 127,0 mm.

La cantera es trabajada en forma mecanizada y el material es acopiado tanto en bruto como seleccionado. La producción es variable.

#### CALIZA Y DOLOMITA

Entre los volúmenes de rocas de aplicación que se moviliza en la región del NOA, destacable resulta el rubro de los materiales carbonáticos, en especial las calizas. La explotación de esas rocas ocupa uno de los primeros puestos en la industria extractiva de la región en consideración, con un aporte al producido nacional del orden del 5,40 % en lo que respecta a carbonato de calcio y de 13 de dolomita. Constituye, como es sabido, la materia prima para la elaboración de cemento, de cal, además de ser utilizado en siderurgia, en la industria del vidrio y en aplicaciones menores.

Numerosos son los trabajos geológicos, algunos de carácter regional, y geológico-económico referidos a los depósitos calcáreos sitos en las diferentes provincias del NOA, realizados por reparticiones oficiales además de estudios privados conducentes a la determinación de composición, reservas y condiciones de explotabilidad. Caben citarse, entre otros, los trabajos de ANGELELLI (1960), DANIELLI (1963), CASTAÑO y GREGORINI (1968), RICCI y FERNANDEZ (1972), QUARTINO *et al* (1974), ACEÑOLAZA y TOSELLI (1977), JURADO MARRON (1978b), GONZALEZ R. y colaboradores (1978) y SUAYTER y URDANETA (1979).

Los yacimientos de caliza se presentan en todas las provincias que componen la región considerada, en formaciones geológicas de diferentes edades con mayor difusión en terrenos de basamento cristalino, en sedimentos mesozoicos y cuaternarios, estos últimos en lo que se refiere a materiales travertínicos.

Los principales depósitos y centros productores de calizas se encuentran emplazados en las sierras del Alto o Ancasti y de Ambato, en la provincia de Catamarca, con el aprovechamiento de calizas cristalinas para la elaboración de cal y de cemento portland. En la provincia de Jujuy, a lo largo de la quebrada de Humahuaca (Tilcara, Volcán y Humahuaca) y en el área de Puesto Viejo, se registran numerosas canteras, muchas de ellas en explotación, de calizas precámbricas (F. Volcán y F. Tienditas), mesozoicas (F. Yacoraite) y cuaternarias (travertino), cuya producción se destina tanto para la industria de la cal, cemento (materia prima que se remite a la fábrica de Campo Santo, Salta) y en siderurgia para abastecer las necesidades de Altos Hornos Zapla. Materiales carbonáticos se aprovechan en la provincia de Salta en La Merced, Palomitas y El Sauce, para la fabricación de cal y cemento. Tucumán explota calcáreos oolíticos terciarios (F. Río Salí) en las sierras de La Ramada y cuenta además con reservas de calizas cristalinas que se localizan en el Morro de Peñas Azules. Finalmente La Rioja, si bien desde hace años no registra explotación, cuenta con concentraciones de materiales calcáreos reconocidos en la quebrada de Chorrillos y Potrero Grande (caliza cristalina precámbrica),

en la precordillera riojana (calizas magnesianas cambro-ordovícicas-F. San Juan) y de travertinos terciarios del área de Santa Cruz.

Las acumulaciones de carbonato de calcio y/o de magnesio, suelen presentar notables variaciones en cuanto a composición, registrándose en general mayor grado de pureza en aquellos cuerpos que pertenecen a formaciones geológicas más antiguas. La potencia del o de los bancos que integran los depósitos varían entre amplios límites, esto es de pocos centímetros a 1-2 y hasta varias decenas de metros.

Como se ha indicado precedentemente los yacimientos abastecen a numerosos centros de producción de cal sitos en sus proximidades y a tres fábricas de cemento, una instalada en Santiago del Estero (Frias), otra en la provincia de Catamarca (de reciente construcción) y una tercera en Salta (Campo Santo). El tonelaje aproximado de la caliza utilizada en la elaboración de cemento es del orden del 60 por ciento.

Ajustándonos a los datos aportados por la Estadística Minera de la República Argentina, el producido total del NOA, desde 1965 a 1979 inclusive, alcanza la cifra de 10.263.121 t de las cuales sólo 414.522 corresponden a dolomita. El volumen mencionado se distribuye como sigue: Jujuy, 5.297.856, Salta 2.503.892, Catamarca 2.038.567 y Tucumán 421.807. Los registros máximos anuales son: Jujuy con 633.558 en 1979, Salta 586.321 en 1969, Catamarca 351.999 en 1978 y Tucumán 82.277 en el año 1967.

El desarrollo de esta rama de la minería ha seguido un ritmo creciente como lo demuestra las fig. 31-32 que consigna los guarismos de producción del conjunto de las provincias, observándose sólo un decrecimiento en Salta a raíz de que la fábrica de cemento de Campo Santo se abastece en los últimos años con caliza proveniente de Puesto Viejo, Jujuy. El tonelaje extraído en las diferentes provincias durante los últimos tres quinquenios, es en toneladas como sigue:

	Jujuy	Salta	Catamarca	Tucumán
1965-69	1.050.428	1.190.797	64.784	243.539
1970-74	2.000.110	946.757	444.763	105.133
1975-79	2.207.318	366.338	1.535.020	73.135

#### CATAMARCA

La producción de calizas y dolomías de esta provincia se viene registrando desde fines del siglo pasado (zona de Esquiú) para su utilización en la elaboración de calces, en escala modesta; es a partir de 1974 que pasa a ser la segunda provincia productora de la región que nos ocupa, ya, como materia prima para la elaboración de cemento en la planta que Loma Negra CIASA posee en la ciudad de Frias, Santiago del Estero, reemplazando en parte al material proveniente de esa provincia, además del continuo aporte de canchales locales; se estima una movilización de estos materiales aun mayor para consumo de la nueva fábrica de cemento que la empresa ha de poner próximamente en funcionamiento en la Calera, provincia de Catamarca.

Los principales centros productores se distribuyen en la ladera oriental de la sierra de El Alto o Ancasti hasta el límite con Santiago del Estero, en una longitud aproximada en sentido Norte-Sur de 130 km, en los departamentos La Paz, Ancasti y El Alto. Cabe



Fig. 31

GRAFICO DE PRODUCCION DE CALIZA

( 1965 - 1979 )

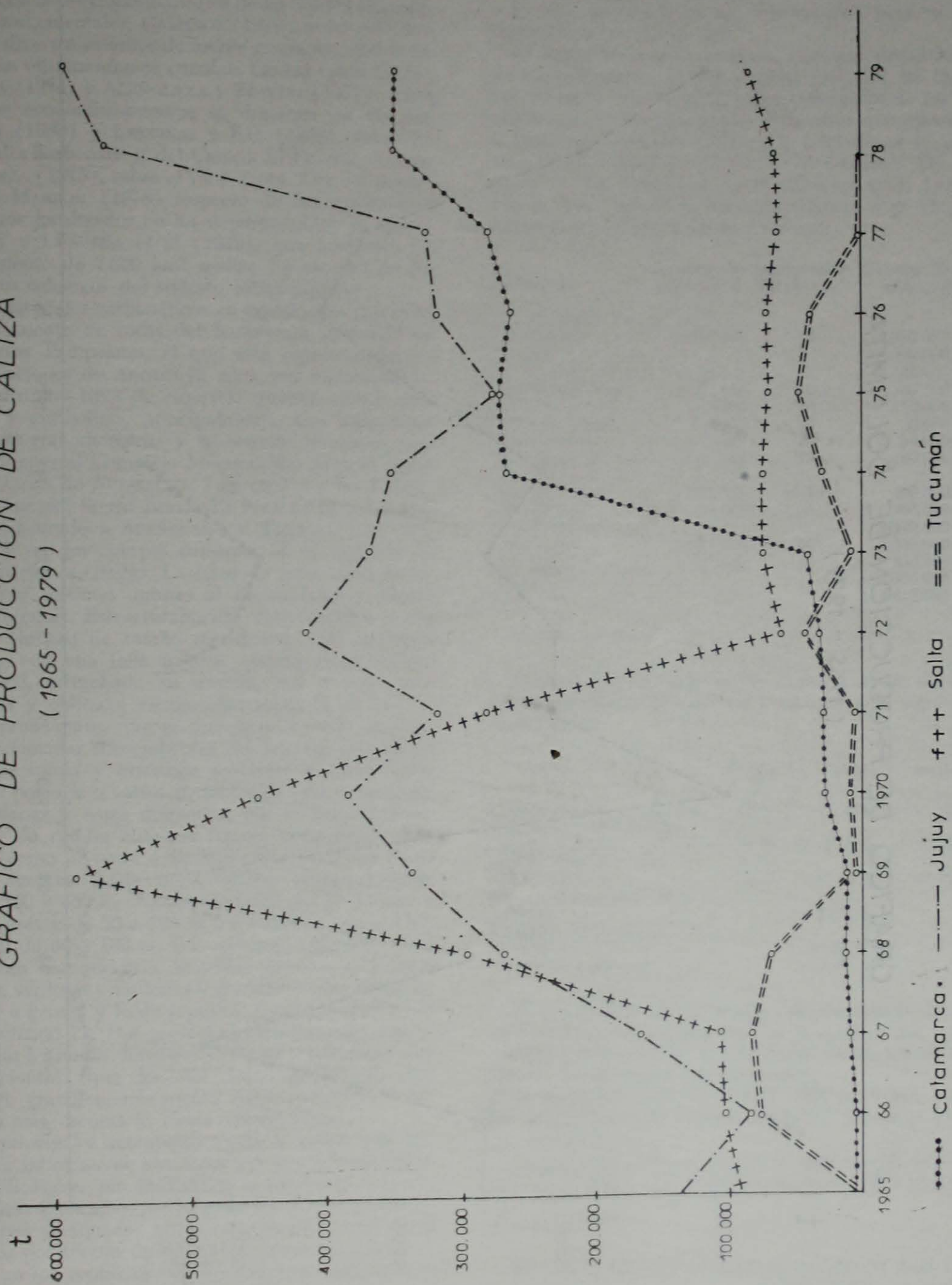
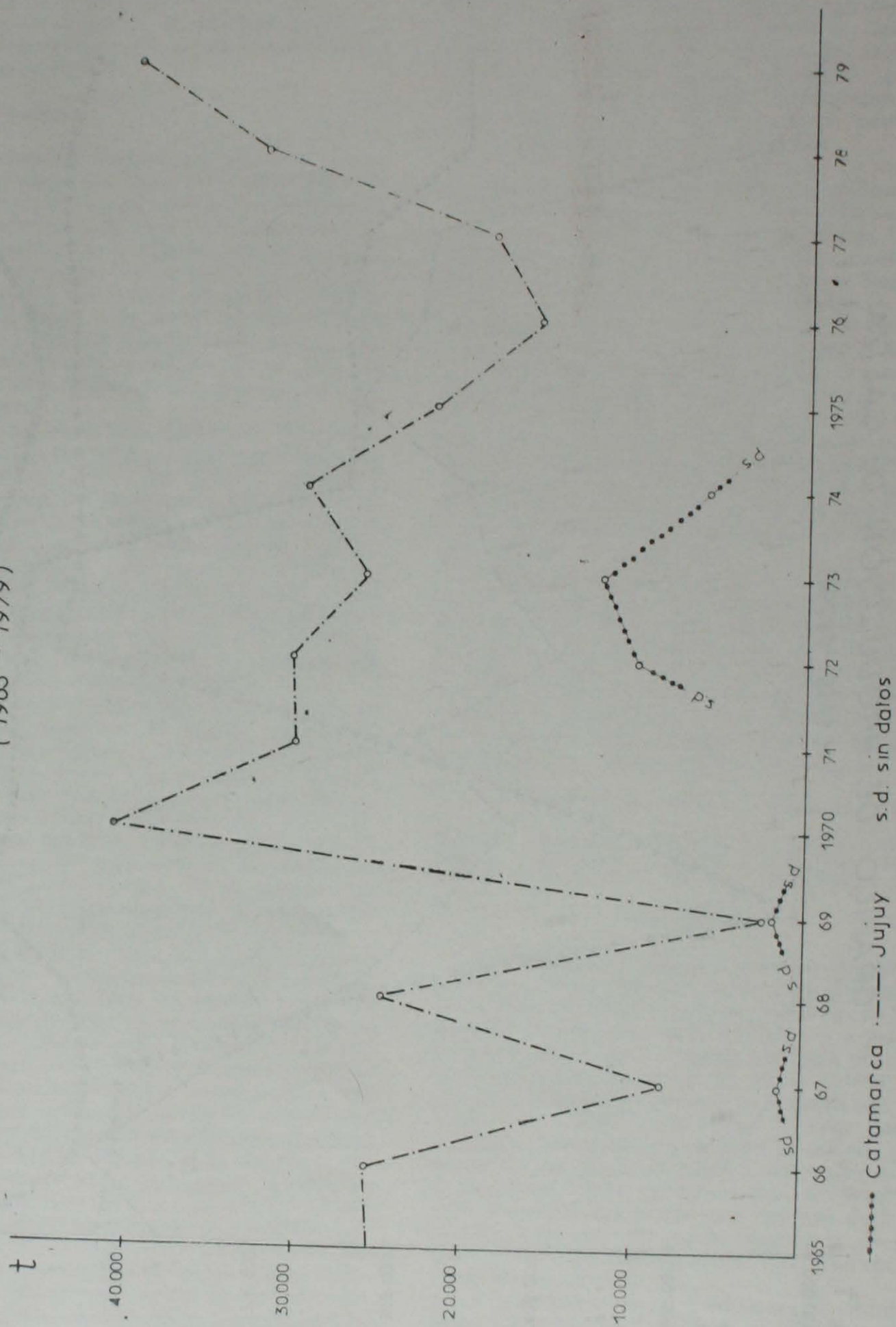




Fig. 32

## GRAFICO DE PRODUCCION DE DOLOMITA

( 1965 - 1979 )





mentar también el yacimiento La Norma, de menor importancia, situado en el faldeo occidental de la sierra de Ambato, en el departamento Pomán.

El área de mayor interés se emplaza en la faja oriental de la provincia geológica de las Sierras Pampeanas Noroccidentales, CAMINOS (1979), y ha sido motivo de diversos estudios de índole geológico, que entre los de los últimos años se cuentan, LEGUIZAMON de AURIEMMA (1974) y ACEÑOLAZA y TOSELLI (1977); sobre aspectos económico-mineros se destacan los de ANGELELLI (1960) y LENCINAS y FAS (1958), sobre los materiales carbonáticos del Campo El Cerrito, NAVARRO GARCIA (1975), sobre el yacimiento "Ojo del Agua", JURADO MARRON (1978) respecto de los yacimientos de calizas localizados en los departamentos El Alto y La Paz, y LUDUEÑA *et al* (1979), que mediante un relevamiento de 7.300 km<sup>2</sup> realiza un estudio de los depósitos calcáreos del sudeste catamarqueño.

Los materiales carbonáticos en explotación proceden exclusivamente de rocas del basamento cristalino de las Sierras Pampeanas, el que está representado, en las elevaciones de Ancasti-El Alto, por metamorfitas: filitas, distintos tipos de esquistos, gneises, calizas cristalinas y anfibolitas, principalmente, con intrusiones graníticas-granodioríticas y su sequito filoniano, correspondientes al Complejo Metamórfico Ancasti según LEGUIZAMON de AURIEMMA, (op. cit.) o a las Formaciones Ancasti, Sierra Brava, El Portezuelo y La Majada de acuerdo a ACEÑOLAZA y TOSELLI, (op. cit.) que incluyen los cuerpos calcáreos en la segunda de las formaciones citadas. La edad de estas rocas es referida por distintos autores al Precámbrico y Paleozoico inferior. Estructuralmente corresponden a un bloque elevado de rumbo meridional, volcado hacia el Este, con una falla inversa notoria sobre su pie occidental, arrumbada en sentido N-S y otras subparalelas y oblicuas, escalonadas sobre la sierra.

Los yacimientos, que se presentan a modo de crestas o lomas sobresalientes del terreno, afloran en áreas de forma y extensión variables y están constituidos por uno o varios paquetes de caliza, en parte magnesianas y hasta dolomitas, por lo general lenticulares, de rumbo N-S con ligeras variaciones tanto al este como al oeste e inclinaciones variables hacia ambos sentidos hasta subverticales; acusan longitudes de 250 a 450 m (hasta casi 4.000 en "La Calera") los mayores y de 50 a 100 m los menores, con anchos que van de 30 a 100 m. Los materiales presentan coloraciones blanquecinas, gris-blanquecinas a oscuras, rosadas, verdosas y azuladas y granulometrías desde sacaroide a gruesa y hasta espática. Los yacimientos del departamento La Paz presentan generalmente granos medianos a gruesos, tonalidades claras y estructura masiva, mientras que los del departamento El Alto registran granulometría menor hasta sacaroide, tonalidades más oscuras y cierta esquistosidad.

Los principales acompañantes de la caliza que suelen estar intimamente asociados y a veces como impurezas silicáticas, son anfibolitas y esquistos anfibólico-biotíticos; encajan, por lo general concordantemente en gneises y esquistos micáceos. Algunos cuerpos son cortados por filones de naturaleza granítica, que producen en los contactos con los calcáreos una aureola de skarn, y en algunos casos penetraciones de venillas de cuarzo.

Aparte de su utilización para elaboración de cales

y cemento pueden seleccionarse, en algunos yacimientos, sectores para la obtención de material para granulados o "marmolina", otros, pocos fracturados para la extracción de bloques y/o bochones de mármol, y los que presentan buena esquistosidad para su explotación como piedra laja.

El siguiente cuadro muestra, con una distribución de los yacimientos de sur a norte, (fig. 33) las reservas de cada uno de ellos, como conclusión de los estudios que se han efectuado; 9 de estos corresponden a Reservas Probables dadas por LUDUEÑA, *et al* (op. cit.), y los restantes: "Esquiú", "El Cerrito", "Ojo de Agua" y "La Calera", a ANGELELLI (op. cit.), LENCINAS y FAS (op. cit.), NAVARRO GARCIA (op. cit.) y LOMA NEGRA CIASA, respectivamente:

Yacimiento	Reservas totales (en t)	Recuperable Estim. (%)	Reservas Explotables (t)
"La Esperanza" o "El Porvenir" .....	2.617.704	70	1.832.391
"Esquiú" .....			1.300.000
"El Cerrito" .....			3.120.000
"Río de las Catas" ..	54.810	60	30.000
"El Zanjón" .....	238.950	70	170.000
"Pozo de Piedra" ...	8.512	70	6.000
"La Montosa" .....	77.247	70	54.000
"El Chaparral" .....	253.162	70	180.000
"La Aguadita" o "El Divisadero" ...	596.355	80-70	450.000
"Río Bazán" .....	1.386.000	65	900.000
"Ojo de Agua" .....			2.340.000
"Ben Hur" .....	8.691.300	50	4.300.000
"La Loma" .....	333.639	40	130.000
"La Calera" .....			100.000.000 *
Total .....			114.812.391

\* Información verbal.

Al establecer la composición química de los depósitos, LUDUEÑA *et al* (op. cit.) recurre a la siguiente tipificación:

Tipo	CO <sub>2</sub> Ca	CO <sub>2</sub> Mg	Insoluble
Calizas cristalinas calcáreas	> 90 %	< 4 %	< 5 %
Calizas cristalinas medianamente calcáreas .....	> 80 %	< 4 %	< 5 %
Calizas cristalinas calcico-silíceas .....	> 72 %	< 4 %	< 18 %
Calizas magnesianas dolomíticas .....		4-20 %	
Dolomías magnesianas calcáreas .....		20-40 %	
Dolomías cristalinas ....		> 40 %	

El crecimiento de la producción de calizas de esa provincia es demostrado con los promedios por quinquenio, en toneladas, según datos de la Estadística Minera de la República Argentina: 1945/49: 6.454; 1950/54: 6.535; 1955/59: 7.267; 1960/64: 6.597; 1965/69: 12.266; 1970/74: 83.332 y 1975/79: 305.804.

Con respecto a la dolomita la producción total ha sido de 37.559 t, correspondiendo al año 1973 12.000 t.

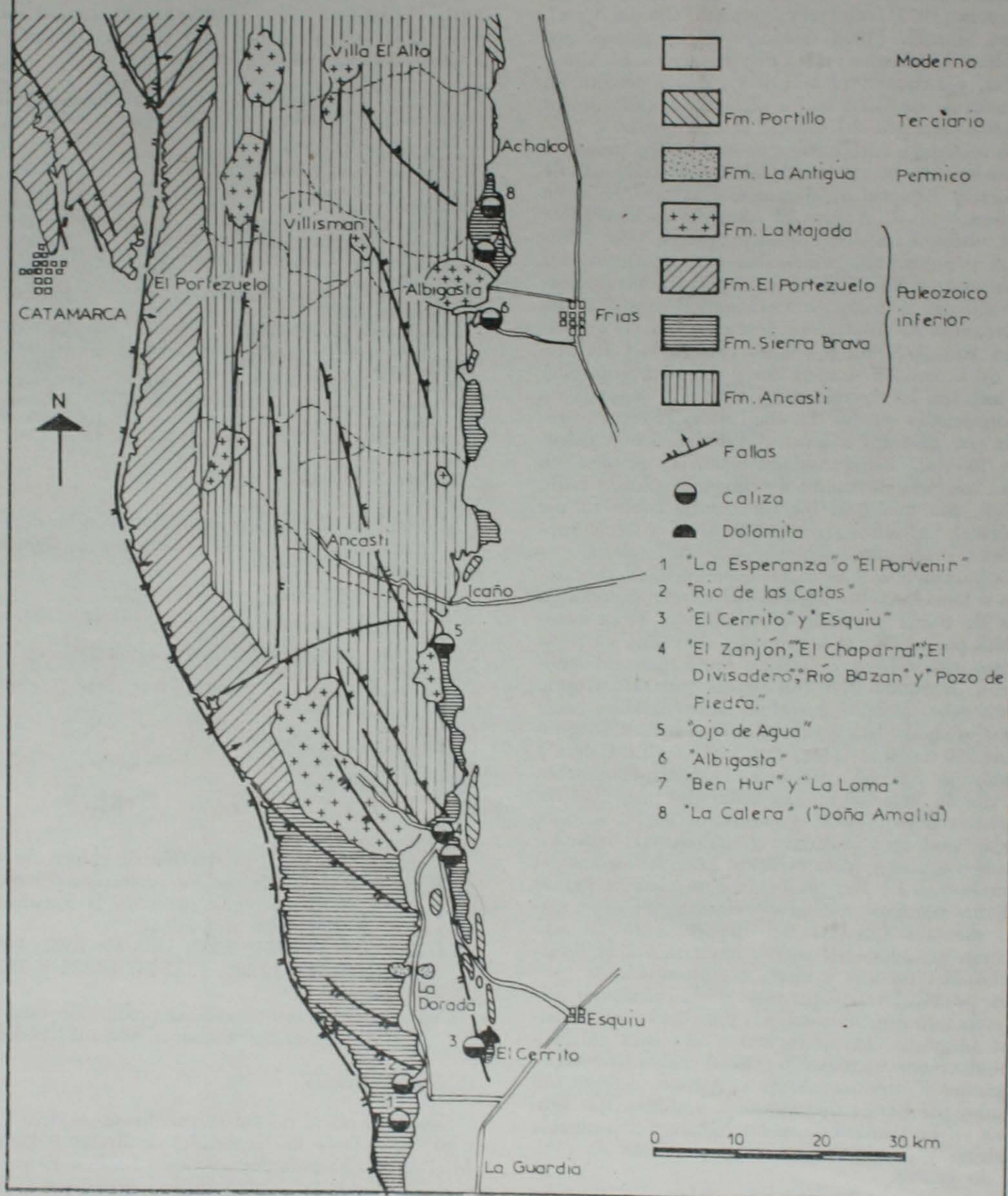
#### Campo El Cerrito

Esta zona calera del sur catamarqueño se sitúa a 41 y 16 km al O de las localidades de Recreo y Esquiú en el distrito Esquiú, departamento La Paz. El acceso se realiza desde la última localidad citada, por la ruta



Fig. 33

UBICACION DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DE CALIZAS Y DOLOMITAS DE LA SIERRA DE ANCASTI EN EL ESQUEMA GEOLOGICO DE ACENOLAZA Y TOSELLI (1977)





provincial n° 20, en dirección SO, desviándose a unos 11,5 km hacia el NNO, por un camino secundario de 5 km que conduce a los yacimientos.

En el campo en cuestión se sitúan las concesiones denominadas "Esquiú" propiedad de la firma Canteras Esquiú S.C p A., al E y "El Cerrito" o "El Morro" de la empresa El Cerrito S.R.L. al O, ambas propiedades se hallan separadas unos 400 metros.

Entre las suaves ondulaciones y pequeñas crestas que constituyen el relieve de esta región, se observa una elevación subcircular en planta, denominada El Morro, sobre la cual o en sus cercanías se concentra la explotación de materiales calcáreos. Geológicamente el área está constituida por gneises, esquistos biotíticos y estrechamente relacionadas entre sí, calizas (y dolomitas) cristalinas y anfibolitas, arrumbados en dirección general N-S con ligeras variaciones al E e inclinaciones de 45° a subverticales; estas rocas conforman un pequeño bloque, elevado por una falla regional submeridional en su sector Oeste. Sedimentos arenosos y limosos y suelo vegetal conforman el relleno moderno y la cubierta del área.

**Esquiú:** Su yacimiento está compuesto por varios afloramientos calcáreos distribuidos en un área de unos 1.500 m en sentido N-S y 500 m de ancho, de los cuales el mayor, denominado cuerpo principal (ANGELELLI, 1960), posee 320 m de largo en sentido N-S con un ancho medio de 85 m. Dicho cuerpo está conformado por bancos de 0,4 a 1 m de potencia de rumbo N-S a N 30° E e inclinaciones de 35 a 40° al E y ESE; presenta variaciones en sentido vertical: los bancos inferiores son de material de grano mediano con tonalidades grisáceas y rosadas (muestra 14) le siguen hacia arriba otros de grano grueso rosado-rojizo y luego bancos alternantes con tonalidades celestes ("Azulino"), gris blanquecinos y verde amarillentos ("Verde Limón") de grano mediano a fino (muestra 13). Suelen observarse intercalaciones de lentes irregulares, verdosas, compuestas por calcita y anfíboles fibrosos. El conjunto muestra una intensa fracturación, con planos, en general irregulares; los principales sistemas de diaclasas son: rumbo N-S, inclinación 70° E; rumbo N-S a N 10° O e inclinación de 40-45° E y rumbo E-O con 75° de inclinación al Norte.

ANGELELLI, op. cit., asigna a este yacimiento 1.300.000 t de reservas, entre positivas y probables, con tenores medios de 16 a 21 % de OMg y muy bajos contenidos en hierro. LUDUEÑA *et al.* (1979), clasifican al material como caliza magnesiana/dolomítica (66,6 %) y dolomías calcíticas (33,3 %). Los valores analíticos que arrojaron las muestras 13 y 14 tomadas por los autores de este trabajo y analizadas en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, así como lo de 3 muestras del trabajo de LUDUEÑA *et al.* (op. cit.) se exponen a continuación (en porcentaje):

	M.13	M.14	M.346	M.352	M.356
Ins. en HCl .....	6,08	1,83	9,70	1,88	2,38
Humedad (105°C) .....	—	—	0,20	0,01	0,08
OC <sub>1</sub> .....	31,30	32,00	33,65	31,96	33,09
OMg .....	18,86	18,58	9,89	15,39	14,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,10	1,20	0,21	0,37	0,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	—	0,09	0,08	0,11
Na <sub>2</sub> O .....	—	—	0,75	0,54	1,24
K <sub>2</sub> O .....	—	—	0,20	0,45	0,24
Pérd. por Calc. ....	42,75	46,43	40,35	44,98	44,72
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) .....	55,71	56,96	60,06	57,04	59,06
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) .....	39,41	38,83	20,69	32,19	29,33

En el momento de la visita a estos depósitos, marzo de 1980, existían en el área que abarca la concesión en cuestión, 14 cortes de canteras, con dimensiones desde pequeños destapes hasta grandes frentes, como el llamado Sur o Principal de unos 150 m de largo en sentido N-S, 40 a 60 de ancho y 12 a 20 de altura, como exponente de las explotaciones que comenzaron a fines del siglo pasado, en donde solo se trabajaba en los 50 m más septentrionales.

El ritmo de producción alcanzaba las 900-1.000 t mensuales, seleccionándose el material más blanquecino (dolomítico) para requerimientos de plantas de trituración ("granulado") situadas en Alta Gracia (provincia de Córdoba) y el resto para su utilización en la elaboración de cales en las instalaciones que la firma explotadora posee en el lugar, que consta de dos hornos de 2 bocas, con capacidad de 10 t/día y uno de una boca con capacidad de 5 t/día.

**El Cerrito o El Morro:** El depósito está constituido por dos cuerpos, el principal de unos 450 m de largo y 150 de ancho máximo, conforma la mayor parte de la elevación El Morro, y el otro situado al SE posee unos 150 m de largo, 30 de ancho y 10 de altura (LUDUEÑA *et al.*, op. cit.); están compuestos por bancos pequeños, muy tectonizados en lo que resulta muy difícil determinar la verdadera disposición estratificada.

El material explotado (cuerpo principal) presenta grano grueso a mediano, en sectores mediano a fino, aspecto sacaroide y coloración blanco grisácea a rosada, características estas últimas que según LENCINAS y FAS (1958) corresponden al material más magnesiano; en la labor oriental es gris blanquecino, con tonos rosados y verdosos, ocasionados por impurezas de óxidos de hierro los primeros y silicatos los segundos. Existen intercalaciones de calizas rosadas-rojizas, de grano muy grueso, con cristales aciculares verdosos de anfíboles y epidoto.

El diaclasamiento es muy intenso, pudiéndose determinar tres juegos principales de estas fracturas, en los distintos sectores, a saber: 1) E-O, subvertical, 2) N 50° E, con 60 ° de inclinación al SE y 3) N-S, de 70-80° de inclinación al O. Se ha observado además, un dique de composición granítica que atraviesa los calcáreos en el sector NO del cuerpo.

Según LENCINAS y FAS (op. cit.), las reservas probables de este depósito son del orden de los 3.120.000 t, siendo los calcáreos de textura fina sacaroide, calizas magnesianas (10-20 % OMg) y dolomías puras (20 % OMg); LUDUEÑA *et al.* (op. cit.) tipifican a estos materiales como caliza magnesiana/dolomítica y dolomías calcíticas.

Los análisis de 2 muestras tomadas para este trabajo, muestra 9 (labor E) y muestra 10 (labor NO), realizados en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional y tres extraídas de LUDUEÑA *et al.* (op. cit.) se exponen a continuación:

	M.9	M.10	M.2	M.6	M.12
Ins. en HCl .....	1,45	3,05	1,14	1,31	0,82
CaO .....	35,00	34,50	52,97	38,12	36,61
MgO .....	17,06	16,04	2,13	15,00	16,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,60	1,00	1,18	0,39	0,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	—	1,18	0,39	0,49
Pérd. por calc. ....	46,08	45,50	42,54	44,60	45,37
CO <sub>2</sub> Ca (Calculado) .....	62,30	64,41	94,28	67,85	65,16
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) .....	35,65	33,52	4,45	31,35	34,61



El laboreo realizado se circunscribe a altos frentes, 5 en total, situados en las laderas de El Morro; los cortes principales y activos en marzo de 1980, eran los situados al NO, de 40 m de largo en sentido NNE-SSO, 15 de avance al SSE, con alturas de 18 m en su parte central y 4 en sus extremos, y el del sector oriental, subcircular, de un radio de 30-35 m y altura de 15 m en la pared occidental, hacia donde se avanza.

La producción, que comenzó a fines del siglo XIX, promediaba, en la época de la visita (marzo de 1980), las 1.500 t/mes, de las cuales se obtenían 600-700 t mensuales de cal, en los cuatro hornos, que la firma explotadora posee en ese lugar.

#### *La Esperanza o El Porvenir*

Este depósito se halla ubicado unos 32 y 16 km al SO y NNO de las localidades de Esquíú y La Guardia, respectivamente, en el paraje denominado Las Peñas, distrito La Guardia, departamento La Paz. Su acceso se realiza desde Esquíú por la ruta provincial nº 20, recorriéndose 21 km hasta el empalme con la ruta provincial nº 5 a la cual se sigue en dirección NO unos 9 km, tomando luego un desvío hacia el S, de 2 km, que conduce al yacimiento.

Se emplaza en un relieve que comprende las primeras estribaciones sudorientales de la sierra de Ancasti, representados por serranías bajas cortadas por quebradas de flancos suaves, con poco desnivel, emergentes de la planicie suavemente ondulada situada al E. El ambiente geológico está conformado por gneises, migmatitas y esquistos micáceos, en parte inyectados, calizas cristalinas y anfíbolitas, con arrumbamientos en general N-S e inclinaciones variables, y algunos cuerpos pegmatíticos de tamaño de grano variable; este conjunto se dispone en bloques elevados diferencialmente por fracturas longitudinales y oblicuas.

Su yacimiento consiste en varios cuerpos con afloramientos de formas irregulares, separados por tabiques de rocas metamórficas o intrusiones aplítico-pegmatíticas, distribuidos en una superficie aproximada de 15 ha (ver fig. 34); solo dos de ellas eran trabajadas en la época de la visita, los llamados por LUDUEÑA *et al* (1979), cuerpo 1 y cuerpo 2; el primero es alargado en dirección NNO-SSE, de alrededor de 300 m de longitud y 25 a 60 de ancho, los constituyen bancos de 0,5 a 1 m de potencia, de rumbo general N-S, pero plegados suavemente con ejes de dirección E-O y posición horizontal a 30° O, observando además numerosos replegamientos, notables sobretudo en las intercalaciones de esquistos anfibólico-biotíticos que van de pocos dm a bolsadas irregulares de hasta 1 m. El material calcáreo es de grano mediano a grueso, con estructura listada de tonalidades gris claras, rosadas y también blancas y verdosas (muestra 11). El cuerpo 2 situado al SO del anterior presenta una forma alargada en su porción SE, de más de 100 m de largo, terminando con forma irregular mucho más ancha en su extremo NO; está conformado por bancos de alrededor de 1 m de espesor, de rumbo NO-SE e inclinación entre 70 y 75° al SO, de material similar al descrito para el anterior (muestra 12) y delgadas intercalaciones de esquistos anfibólico-biotíticos y escasas lentes de caliza espática. Cortando o flanqueando los

cuerpos descriptos pueden verse delgados filones de pegmatitas turmalínicas.

A continuación se exponen los resultados analíticos de 2 muestras tomadas por los autores del presente trabajo (M.11 y M.12) y 3 del trabajo de LUDUEÑA *et al* (op. cit.) expresados en porciento:

	M.11	M.12	M.288	M.296	M.332
Ins. en HCl .....	5,32	1,87	0,88	4,62	1,14
Humedad (105°C)	—	—	0,01	0,19	0,19
CaO .....	50,40	51,40	53,76	48,61	51,59
MgO .....	1,54	2,64	1,10	0,96	0,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,00	0,90	0,51	0,48	0,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,30	0,60	0,31	0,08	0,05
Na <sub>2</sub> O .....	—	—	0,25	0,37	0,81
K <sub>2</sub> O .....	—	—	0,06	0,08	0,24
Pérd. por Calc. ...	41,30	42,00	42,70	41,19	44,15
CO <sub>2</sub> Ca (calculado)	89,71	91,49	96,01	86,78	92,14
CO <sub>2</sub> Mg (calculado)	3,25	5,51	2,31	2,01	0,46

LUDUEÑA *et al* (op. cit.), considerando seis cuerpos calcáreos, llegan a reservas probables del orden de los 2.600.000 t, que con un 70 % de recuperación estimada, proporcionan cerca de 1.800.000 t útiles; estos autores consideran al material predominante como del tipo calizas cristalino cálcicas.

El cuerpo 2 es trabajado en un corte de 80 m de longitud, de dirección NNO-SSE y 8 a 15 de ancho, en dos niveles, el superior situado al N, de 25 m de alto y el inferior de 30 a 35; hacia el sur de éste existen otras labores de pequeñas dimensiones. Sobre el cuerpo 1 se desarrolla el corte denominado La Grande, de forma subelíptica, con 80 m de eje mayor, 30 a 50 m de avance al O y 10 a 20 de alto.

El yacimiento, registrado a nombre de los señores Carabús y Díaz, en marzo de 1980, época en que fue visitado, había declinado su producción, oscilante anteriormente en 800 a 1.000 t/mes, a unas 300 t, de las cuales se obtenían algo más de 100 t de cal, que eran consumidas por la firma Loma Negra CIASA; la planta de calcinación de la firma propietaria consta de 5 hornos con capacidad de 1.250 t/mes de cal.

A unos 3 km al NNO de este depósito y en el mismo ambiente geológico, se sitúa el conocido como Río de Las Catas, en donde no se realizaba ninguna actividad minera desde varios años atrás, según datos de los lugareños. De acuerdo a LUDUEÑA *et al* (op. cit.), consta de 4 pequeños cuerpos, muy tectonizados, de calizas magnesianas de grano grueso y variada coloración.

#### *Ojo de Agua*

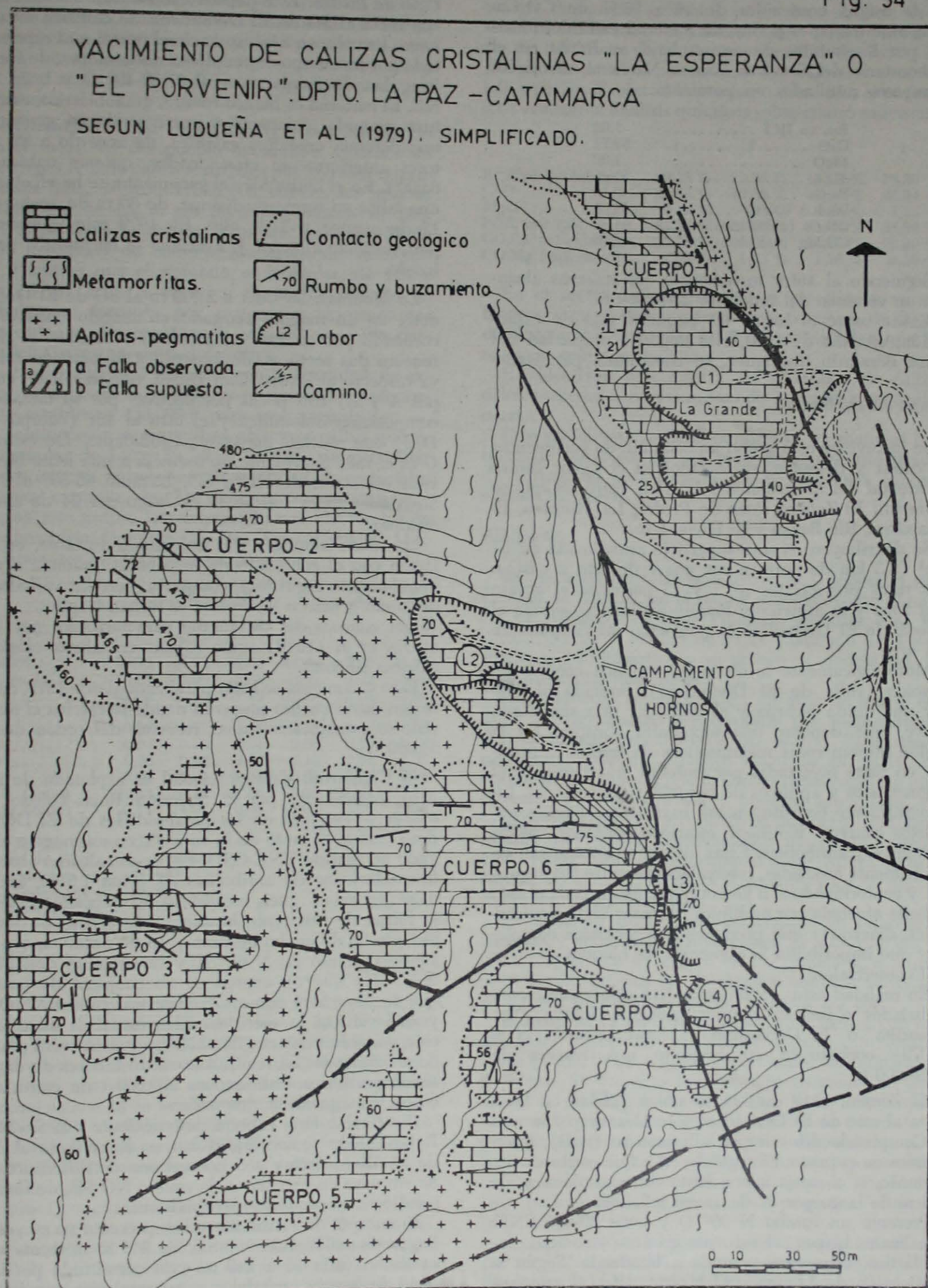
Este depósito se localiza a unos 5 km al SO de la localidad de Icaño, en las cercanías del río Chico, departamento Ancasti. Se llega hasta él desde la localidad de San Antonio, sobre la ruta nacional nº 157, por la ruta provincial nº 2 hacia Icaño y desde allí por el camino que conduce a San Francisco, unos 3 km para luego tomar una huella hacia el O, totalizando alrededor de 30 km.

Según NAVARRO GARCIA (1975), en el área predominan rocas metamórficas (filitas, esquistos y gneises) con un manto de caliza cristalina de rumbo N 10° E que inclina 30° al O, de una corrida aproximada de 150 m y potencia inferida en los 60 metros.

El material es de color blanco grisáceo, de grano



Fig. 34





grueso y gran dureza, presentando un aumento de impurezas hacia los bordes del cuerpo. El autor citado le asigna contenidos de 89 a 93 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . Una muestra en esquirlas, de material extraído, tomada por los autores de este trabajo, analizada en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional, arrojó los siguientes resultados en por ciento:

Ins. en HCl .....	1,92
CaO .....	53,72
MgO .....	1,30
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	Vest.
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	0,10
Pérd. a 900°C .....	43,06
$\text{CO}_3\text{Ca}$ (calculado) .....	95,92
$\text{CO}_3\text{Mg}$ (calculado) .....	2,73

Siguiendo al autor mencionado, las reservas alcanzan un volumen del orden de 2.340.000 t.

Existe sobre el banco un pequeño rajo de explotación; en julio de 1980, este depósito propiedad del señor Bernardo Rodríguez, se encontraba paralizado.

#### Grupo El Divisadero

Se incluye en este grupo un conjunto de yacimientos de caliza y dolomita, emplazados en el sector centro occidental del departamento La Paz, entre los que se destacan: El Zanjón, Pozo de Piedra, La Montosa, El Chaparral, Río Bazán y El Divisadero.

Se distribuyen en una superficie aproximada de 57  $\text{km}^2$  (8,3 km de norte a sur por 7 de este a oeste). Las rutas provinciales n° 7 y 13 permiten el acceso a la zona y la atraviesan longitudinalmente, siendo el caserío de El Divisadero la población más importante del área.

Morfológicamente se distingue una faja central deprimida (valle de El Divisadero), limitada al este por una nítida escarpa y al oeste por otra sierra más suave, que denotan una topografía abrupta. En la región afloran rocas metamórficas de límites imprecisos, en parte inyectadas por material granítico, diques pegmatíticos y aplíticos de reducidas dimensiones. Litológicamente constituyen ese basamento: gneises, esquistos cuarzo - biotíticos, esquistos micáceos, calizas cristalinas y anfibolitas. Estas últimas se encuentran estrechamente asociadas, intercalándose entre los esquistos, y conformando el o los cuerpos calizos. Toda el área se halla afectada por múltiples fracturas (fallas, microfallas, diaclasas) que producen una tectónica compleja y que imposibilita la obtención de bloques de mármol comerciales.

En realidad estos yacimientos han sido escasamente trabajados e incluso algunos nunca lo fueron ("La Aguadita" o "El Divisadero"); según LUDUEÑA *et al* (1979) constituyen en conjunto una reserva de 1.760.000 t.

**El Zanjón:** Esta cantera se ubica 2,5 km en línea recta al este de El Divisadero y se alcanza por la ruta 7. Comprende dos cuerpos subparalelos (A-B), intercalados en esquisto. El segundo (B), que es el más importante, se asemeja a una lente convexo-cóncava, de 136 m de largo por 37 de ancho máximo.

Presenta un rumbo N 30° O y buza 30-40° ENE; la caliza es blanca a levemente grisácea y rosada, granoblástica, estructura granuda a bandeada. Según la tipificación de LUDUEÑA *et al* (op. cit.) el cuerpo A

es magnesiano mientras el B cálcico a medianamente cálcico, estos le asignaron una reserva de 170.000 t.

**Pozo de Piedra:** Este depósito se localiza 3,5 km en línea recta al SO de El Divisadero. Se emplaza en una suave lomada, en ascenso hacia el norte; está representado por un cuerpo de reducidas dimensiones, de forma irregular, de rumbo general N 30-40° O y buza 75° NE. El material es blanco-rosado, granoblástico, estructura granuda, compacto y corresponde en general a una dolomía cristalina calcítica, de acuerdo a los autores anteriormente mencionados, quienes cubicaron 6.000 t. En el límite SE del yacimiento, se ha efectuado una labor en forma medialuna, de 30 m de ancho por 12 de avance y 3 de alto. En 1979 este yacimiento perteneciente al señor J. Fraciano se encontraba paralizado.

**La Montosa:** Se sitúa a 2.200 m al SO de El Divisadero, en un mogote alargado en sentido transversal, coronado por calizas y anfibolitas asociadas. Se diferencian dos sectores, de acuerdo a la posición relativa respecto al arroyo Don Diego, uno al norte (cuerpos A y B) con pocas perspectivas por su tamaño y composición dolomítica y el otro al sur (cuerpos C-D-E) con muchas mayores posibilidades. De estos el C es el más interesante, se asemeja a una lente biconvexa orientada de NE a SO, buzante 45-50° al NO. Sus dimensiones son 45 m de largo por 24 de ancho máximo.

La caliza adquiere una coloración variable, en relación con el contenido de impurezas, granuda a moderadamente esquistosa, compacta, pero las variedades de grano grueso o sacaroides se tornan frágiles.

Los cuerpos del sur fueron caracterizados por LUDUEÑA *et al* (1979) como calizas cristalinas cálcicas-cálcicas silíceas.

Este yacimiento se halla paralizado desde 1978, cuenta con dos hornallas precarias donde se calcina el material, se establecieron unas reservas del orden de las 54.000 t.

**El Chaparral:** Esta propiedad es explotada de manera intermitente por la Sucesión Rojas-Toledo. La misma se emplaza en las proximidades de El Divisadero, 300 m al oeste de la ruta 13, en un mogote alargado en sentido ENE-OSO. El banco calcáreo observa intercalaciones de anfibolitas de hasta 1,5 m, ambas se alojan en un gneis esquistoso. El depósito presenta la forma de una lente biconvexa de 165 m de longitud por 65 de ancho máximo y 15 de desnivel, con un arrumbamiento de N 60° E y buzamiento de 35-50° SSE. Más que un cuerpo es un conjunto de bancos que se intercalan con anfibolitas; una falla ENE-OSO y casi vertical lo secciona. El material es de coloración variable, textura granoblástica y estructura granuda a bandeada. Se realizaron cuatro labores de disposición periférica, cubriéndose 180.000 t de caliza calcítica y magnesiana dolomítica.

**Río Bazán:** Esta cantera perteneciente a la Sucesión Rojas-Toledo se localiza 4 km en línea recta al NO de El Divisadero y a 5 por camino de difícil acceso. Se emplaza en una sierra de rumbo NO-SE, de fuertes pendientes y pronunciadas quebradas.

El cuerpo, de forma irregular, presenta su mayor elongación en sentido NO-SE, de 245 m mientras que su ancho varía 50 a 140 m; está constituido por una serie de bancos, paralelos a subparalelos, que buzan



al sur. En cuanto a su composición la misma es muy variable, ya que encontramos calizas cristalinas cálcicas hasta dolomías cálcicas, pasando por las calizas medianamente cálcicas, magnesianas y dolomíticas. En lo que respecta a las características del material son similares a los anteriormente descritos. LUDUEÑA *et al.* (op. cit.) registran 900.000 t como reserva para este yacimiento.

**El Divisadero o La Aguadita:** Se ubica 2,3 km en línea recta al NO del pueblo homónimo. Consiste en dos cuerpos A-B de caliza separados por una faja estéril, supuesta falla, alineados SE-NO; cubren los mismos una longitud de 400 m por un ancho máximo de 200. El A es de forma lenticular, 30 m de largo por 50 de ancho máximo y de composición magnesiánica-dolomítica. Mientras que el segundo es irregular, de 120 x 30 x 15 m (largo x ancho x desnivel), alojado en anfibolitas e intruido por pegmatitas concordantes y discordantes. En cuanto a su composición varía desde cálcica a magnesiánica-dolomítica.

Se han realizado 3 calicatas con la finalidad de explorar el depósito. Los autores mencionados anteriormente establecen 450.000 t para este yacimiento.

A continuación se transcriben algunos análisis químicos tomados de LUDUEÑA *et al.* (1979), sin pretender que los mismos representen la totalidad de materiales calcáreos existentes en los distintos yacimientos que integran este grupo. Los mismos fueron efectuados en el Laboratorio Químico de Dir. Prov. Geol. y Min. de Catamarca, se expresan en porciento:

	1	2	3	4	5	6
Hum. (105°C) . . .	0,11	0,07	0,09	0,02	0,18	0,15
Pérd. por calc. (950°C) . . . .	40,33	44,03	42,00	44,44	42,92	41,77
Insol. en HCl . . .	4,80	3,90	2,68	3,52	1,42	5,30
CaO . . . . .	50,69	43,90	51,29	37,29	51,22	40,98
MgO . . . . .	0,08	7,10	0,08	12,37	2,39	5,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,88	0,51	0,56	0,18	0,40	0,62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,04	0,13	0,01	0,08	0,15	0,14
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,20	0,22	0,22	0,18	0,86	0,35
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,06	0,04	0,05	0,05	0,24	0,08
CO <sub>2</sub> Ca (calc.) . .	90,53	78,40	91,60	66,60	91,47	73,19
CO <sub>2</sub> Mg (calc.) . .	0,17	14,91	0,06	25,98	5,02	12,18

1. El Zanjón (m. nº 271)
2. Pozo de Piedra (m. nº 276)
3. La Montosa (m. nº 269)
4. El Chaparral (m. nº 264)
5. Río Bazán (m. nº 365)
6. El Divisadero o La Aguadita (m. nº 300)

### La Loma

Esta cantera propiedad del señor P. Llorvandi se emplaza en el departamento El Alto, al NO de la ciudad de Frías de la cual dista 18 km. Su acceso es por la ruta provincial nº 6 hasta Las Vertientes, desde donde se sigue una senda al sur por 2,4 km que conduce al yacimiento. Esta se localiza en una serranía de rumbo NNE-SSO, cortada por cañadas escindidas en las que afloran distintas metamorfitas: gneis, esquisto cuarzo biotítico con intercalaciones de caliza cristalina y anfibolita.

Según LUDUEÑA *et al.* (1979) el depósito está formado por un solo cuerpo de rumbo N 85° O y una inclinación de 60-65° N; sus dimensiones: 270 m de largo por 50 de ancho máximo y un desnivel de 20. La caliza es de coloración gris oscura a verdosa, de grano fino

a mediano, fractura concoidea y estructura esquistosa, en su composición participan impurezas tales como cuarzo, muscovita, anfíboles, pirita, limonita, etc. Presenta intercalaciones de filones concordantes de cuarzo de 0,5-0,6 m de potencia y venillas de hasta de 1,5 cm. Se observa un intenso diaclasamiento, paralelo y perpendicular al buzamiento. LUDUEÑA *et al.* (op. cit.) realizaron análisis químicos sobre cuatro muestras:

	1	2	3	4
Residuo insoluble . . .	29,38 %	23,85 %	18,13 %	16,36 %
CaO . . . . .	37,52 %	40,88 %	45,64 %	44,94 %
MgO . . . . .	0,84 %	0,93 %	0,85 %	1,15 %
Pérd. por calc. . . . .	31,12 %	33,50 %	33,88 %	36,50 %
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) . .	66,78 %	72,76 %	81,23 %	79,99 %
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) . .	1,74 %	1,93 %	1,76 %	2,39 %

En el sector NO del cuerpo se practicaron varias labores; y en el flanco oriental una trinchera de 60 m de largo por 2 de ancho y 1,5 de profundidad que lo secciona transversalmente.

Establecieron una reserva de 130.000 t de caliza cálcico-silicosa a muy silicosa, de acuerdo a su tipificación.

Este yacimiento se halla paralizado, su material fue utilizado como piedra laja pero debido al alto grado de trituración que registra, no se continuó con su aprovechamiento.

### Albigasta

Se ubica en las últimas estribaciones orientales del Cordón de Ancasti, en el paraje conocido como Estancia de Albigasta, distrito Vilisman, departamento El Alto. Dista de la ciudad de Frías (Santiago del Estero) unos 15 kilómetros y su acceso se efectúa por la ruta provincial número 11.

El yacimiento se emplaza en un área de suave relieve, litológicamente representado por metamorfitas del Basamento cristalino de las Sierras Pampeanas, preferentemente de esquistos micáceos en parte inyectados con material ígneo. Dichas rocas registran una dirección general norte-sur y posición subvertical.

El depósito de caliza consiste en un cuerpo de forma tabular de rumbo prácticamente norte-sur, vertical hasta 70-80° tanto al este como al oeste. Aflora en una corrida de varios centenares de metros y en un ancho del orden de los 90-100 m.

La caliza se observa muy diaclasada en diferentes sistemas y afectada por inyecciones de material ígneo granítico, lo que da origen en los contactos, a minerales verdes propios de los skarn y también venas silíceas que registran espesores de hasta 2-3 cm.

El material es de color gris oscuro a negro, con tonalidades localmente azuladas y rojizas, esto último como producto de teñidos superficiales de hidróxidos de hierro. Su grano es fino, de aspecto sacaroides, masivo y de dureza relativamente alta. Entre otros minerales se determinó en sectores la existencia de epidoto, granate, pequeñas laminillas de mica diseminadas, preferentemente biotita, y venillas de cuarzo que se disponen en distintas direcciones conformando una trama tipo "pata de araña" o semejando a pequeños "pliegues ptigmáticos".

A continuación se exponen los valores químicos, en por ciento, registrados en dos muestras comunes analizadas en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional,



que fueron extraídos del frente de cantera durante la visita realizada al área:

	1	2
Insol. en HCl .....	19,54	14,73
CaO .....	42,10	45,40
MgO .....	2,42	1,54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,40	0,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,40	1,40
Pérd. por calc. ....	34,20	36,70
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) .	74,93	80,81
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) .	5,05	3,21

Los trabajos de explotación están representados por una amplia labor con un avance de 90 m hacia el NNO, 100 de ancho y 20 de altura.

El yacimiento venía siendo explotado a un ritmo creciente desde hace unos 8 años, con registros de hasta más de 1.000 t/día, por la empresa Loma Negra CIASA, para abastecer en parte su planta de cemento portland, sita en las inmediaciones de Frías. En marzo de 1980 la explotación estaba paralizada en razón de que la citada fábrica consumía material proveniente de depósitos de la provincia de Santiago del Estero.

#### Ben-Hur

Esta propiedad se ubica unos 18 km al noreste de la ciudad de Frías, distrito Vilisman, departamento El Alto. El acceso a esta cantera se efectúa por la ruta provincial n° 6 hasta la altura del Cerro Rico y de allí para alcanzar el yacimiento, se deben recorrer 4 km hacia el NNO.

Se emplaza en un área de relieve ondulado cubierta en su mayor parte por una densa vegetación. Litológicamente está representada por esquistos anfibólicos-biotíticos y esquistos micáceos con pequeñas intrusiones de cuerpos graníticos, venas de cuarzo y pegmatitas. El conjunto de metamorfitas registra una orientación general norte-sur con inclinaciones que oscilan entre 25-40° al oeste.

El material calcáreo aflora en dos cuerpos alargados de rumbo general N-S con desviaciones al NO-SE e inclinaciones de 40-50° hasta 80° al oeste. Dichos cuerpos, que se disponen paralelamente, son concordantes en líneas generales con las metamorfitas, muestran intercalaciones, especialmente de esquistos anfibólicos-biotíticos, y se hallan inyectados por filones cuarzo-feldespáticos; afloran en corridas de algunos centenares de metros con anchos variables de hasta 100 y espesores de 50-60 m. El conjunto está afectado por fallas locales y regionales de rumbo preferentemente NNO-SSE y distintos sistemas de diaclasas.

La caliza se presenta en bancos de pocos centímetros hasta dos metros de espesor. Se la observa con cierta esquistosidad y de color gris oscuro con tono verdoso, su grano es mediano a fino.

LUDUEÑA *et al* (op. cit.) mediante un reconocimiento detallado cubican una reserva total para el yacimiento de 8.586.000 t, de dicha cifra consideran recuperable un 50 % de caliza cálcico/silicosa.

A continuación se exponen los valores analíticos en por ciento de dos muestras extraídas durante nuestra visita al área, (5 y 6) y tres muestras del trabajo de LUDUEÑA *et al* (op. cit.):

	392	398	406	5	6
Insol. en HCl .....	14,90	16,10	16,80	30,20	17,98
Humedad (105°C) ....	0,20	0,02	0,02	—	—
OCa .....	43,46	40,18	42,62	36,60	44,40
OMg .....	0,54	0,72	0,73	1,76	0,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,87	3,94	0,91	1,50	1,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,13	0,31	0,09	—	0,50
Na <sub>2</sub> O .....	0,08	1,99	1,13	—	—
K <sub>2</sub> O .....	0,33	0,34	0,34	—	—
Pérd. por calc. ....	37,00	36,18	35,78	30,00	35,25
CO <sub>2</sub> Ca .....	77,62	71,76	76,12	65,14	79,00
CO <sub>2</sub> Mg .....	1,13	1,51	1,53	3,67	0,91

El yacimiento cuenta con cinco pequeños frentes de arranque, todos inactivos, y dispone de un horno continuo de dos bocas con capacidad de producción de 8/t día de cal. La firma propietaria, Rasme Haron, paralizó los trabajos de explotación en el año 1978.

#### La Calera (Doña Amalia)

La propiedad se emplaza en el paraje La Calera, distrito Guayamba, departamento El Alto. El acceso se efectúa por las rutas provinciales 157 y 6. Dista 28 km de la ciudad de Frías (Santiago del Estero), desde esta localidad se deben recorrer unos 16 km hacia el norte por la ruta 157 y de allí 12 hacia el oeste para alcanzar el yacimiento.

Sita en el ambiente de las Sierras Pampeanas, la geología del área está representada por cuarcitas, filitas, esquistos micáceos y esquistos anfibólicos-biotíticos además de calizas y dolomías. El conjunto se halla afectado por un aporte ígneo y también tectonizado, registrándose fallas locales según diferentes direcciones.

Emplazado entre esquistos micáceos y hornblendíferos se aloja un cuerpo calizo de rumbo este-oeste a noreste-suroeste, que registra una longitud del orden de los 4 km y un ancho que oscila entre 100 y 300 m. Dicho cuerpo aflora configurando una lomada alargada con un desnivel topográfico en varias decenas de metros. Se lo observa fracturado en diferentes direcciones e intensidad y en sectores se muestra plegado.

La caliza, de color gris oscuro a negro a veces con tono azulado, es dura, de grano fino, en parte sacaroidal, con notable esquistosidad. Suele registrar cuarzo en finas venillas y pirita en diminutos cristales diseminados.

Los valores analíticos de dos muestras comunes extraídas del afloramiento y analizados por los Laboratorios del Servicio Minero Nacional arroja los siguientes guarismos en por ciento:

Ins. en HCl .....	9,73	19,46
CaO .....	46,00	43,80
MgO .....	3,52	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,40	0,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,40	1,80
Pérd. por calc. ....	38,85	34,00
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) .	81,88	77,96
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) .	7,35	0,46

El yacimiento, que en marzo de 1980 estaba en preparación para su explotación, constaba de un único frente de 120 m de ancho y un desnivel de 13 a partir de la cota 600.

Para el aprovechamiento del material calcáreo la empresa propietaria, Loma Negra CIASA, ha instalado



una moderna planta para la elaboración de cemento portland que consta de un horno con capacidad de tratamiento de 1.200.000 t/año de caliza (aproximadamente 700.000 t de cemento). Según datos propocionados por el geólogo de la empresa, Lic. Hugo L. Vidili, los estudios efectuados mediante 2.000 m de perforaciones permitieron cubicar 100.000.000 t de caliza con ley promedio de 80 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

### La Norma

Se sitúa sobre el faldeo occidental de la sierra de Ambato, a unos 10 km al S de la localidad de Pomán, en el departamento homónimo.

Según GONZALEZ BONORINO (1978) el yacimiento está representado por varios cuerpos, aparentemente independientes, de calizas cristalinas, alojados en esquistos y migmatitas, además de anfíbolitas en las cercanías de las calizas, del precámbrico, cuyos planos de esquistosidad presentan un rumbo general NNE y son verticales. Los cuerpos calcáreos no presentan formas definidas, encontrándose algunos tabulares de posición vertical hasta subhorizontal y otros con aspectos de domos asimétricos, cuya orientación no guarda relación con la foliación de las rocas encajantes. Dos son los cuerpos principales, que constituyen una masa de caliza de unos 80 m de largo y entre 5 y 15 m de ancho.

Siguiendo el autor antes mencionado, el material posee coloraciones blancas, celestes y verdosas, que muestran en algunos sectores un fino bandeamiento, de grano grueso y compuesto esencialmente por calcita, diópsido, wollastonita, epidoto y localmente concentraciones de granate, muscovita y cuarzo.

Los valores analíticos de dos muestras de distintos tipos de calizas, tomados de GONZALEZ BONORINO (op. cit.), se transcriben a continuación, en porciento:

	Caliza celeste	Caliza verde
CaO .....	54,30	54,35
MgO .....	0,07	0,08
Pérd. al rojo .....	42,00	42,12
Insoluble .....	3,16	2,93
$\text{CO}_3\text{Ca}$ (calculado) .	96,92	97,01
$\text{CO}_3\text{Mg}$ (calculado) .	0,14	0,17

En la época en que se visitó el área, en el estudio citado, en todos los cuerpos calcáreos, que habían comenzado a ser explotados en 1944 por el señor Miguel J. Romero, se habían practicado labores superficiales y se contaba con un horno para fabricación de cal con capacidad de 10 t/día y 3 más de 12 t/día cada uno, en construcción. En marzo de 1980 el laboreo en cantera así como los trabajos de elaboración de cal se hallaban completamente paralizados y el acceso al yacimiento sólo era posible mediante cabalgadura.

### JUJUY

#### Puesto Viejo

En las inmediaciones de este paraje, especialmente en el área de la ex finca Cabeza de Toba, situado en el sector sur de la sierra de Puesto Viejo, departamento El Carmen, unos 55 km al SE de la ciudad de San Salvador de Jujuy, existen numerosos aflo-

ramientos de materiales calcáreos, de diverso origen, que son motivo de aprovechamiento. Su acceso se realiza, desde la ciudad capital a través de la nueva ruta nacional n° 34 unos 4 km y por un camino secundario con dirección SE hasta la localidad de Puesto Viejo (al Sur del campamento de F.M.) sitio donde la empresa Juan Minetti e hijos Ltda. S.A. estaba instalando la nueva fábrica de cemento.

En toda esta región se localizan varios asomos de rocas calcáreas, de dos tipos a saber: calizas oolíticas de la F. Yacoraite de edad Cretácica superior (Campaniano-Maestrichtiano) caso de la cantera El Mojón-Cerro Plano, y depósitos de travertino y aragonita (cantera El Toba) a los que se agrega ónix en otros sectores, de edad posiblemente Pleistocena y comprobada su formación actual. Estos últimos fueron explotados aproximadamente desde fines de la década del 20 hasta la primera mitad del siglo para la obtención de cal y también como mármoles.

La sierra de Puesto Viejo, en el sector de los yacimientos, está conformada por una serie de elevaciones y serranías de pendientes suaves y escasos desniveles que le otorgan un aspecto ondulado, sin resaltos, cubierta por una densa vegetación tipo boscosa, su altura sobre el nivel del mar oscila entre los 800 y 900 m. Geológicamente se emplaza en la región morfoestructural de las Sierras Subandinas y en su constitución participan areniscas del paleozoico inferior, entre las que se incluyen los bancos portadores de hematita, cubiertas discordantemente por areniscas, areniscas calcáreas, calizas y margas de la F. Yacoraite, seguidas por sedimentitas del Subgrupo Santa Bárbara (ex-Margas Multicolores) del Cretácico superior-Terciario inferior. Coronan preferentemente en los flancos de la sierra, bancos travertínicos con aragonita originados probablemente por ascenso de aguas termales, que se verifican entre otros lugares en el paraje Aguas Calientes situado a unos km al SE, que al disolver las rocas calcáreas más antiguas se vuelven bicarbonatadas, depositando luego  $\text{CO}_3\text{Ca}$  en distintas formas al llegar a la superficie. Por último se registran los materiales de acarreo moderno y el suelo vegetal. La estructura local es de suaves plegamientos, en algunos casos con dislocaciones menores.

**El Mojón-Cerro Plano:** Se ubica a unos 5 km por caminos al SE de la futura fábrica de cemento, entre los cerros y montículos que forman el sector S de la serranía de Puesto Viejo.

Su yacimiento lo conforman una serie de bancos calcáreos de la F. Yacoraite de 0,7 a 1,5 m de espesor, masivos y poco definidos, que constituyen un paquete de hasta 10 m de potencia visible, que se disponen con un rumbo general N 80-85° E con inclinaciones de 8 a 10° al Sur. La estructura local mayor es la de un anticlinal cuyo eje buzante hacia el Sur tiene una dirección NNO-SSE, de flancos apenas inclinados y en cuya nariz se dispone la labor de explotación; una falla de poco desplazamiento subparalela al eje del pliegue es visible sobre su flanco occidental. En el techo, que aflora hacia el S, se continúan bancos de calizas oolíticas amarillentas con intercalaciones de arcillas y margas moradas a celeste-verdosas. Su piso, observable en un sector del frente, es una pelita ferruginosa de coloración lila.

El material explotable se diferencia, según el personal de la cantera, en "calcáreo de mayor ley", que



ocupa por lo general los dos tercios superiores del paquete, en donde la caliza es de grano grueso (aspecto de arenisca) a fino y muy fino, en parte oolítica, de color rosada a rosada-amarillenta, con algunos cristales de calcita de hasta 1 mm, y "calcáreo de menor ley", que es una arenisca calcárea a caliza arenosa de color gris con tonos rosados a lila (arcillosa); son diferenciables ya que el último, por lo general, se presenta manchado por óxidos e hidróxidos de hierro. Comúnmente los sectores oolíticos son de tonos amarillentos, además se pueden observar estructuras algales, en calizas de grano muy fino, brechas posiblemente intraformacionales y también calcáreos porosos.

Una muestra del "calcáreo de mayor ley", tomada en esquirlas del frente de arranque, analizada en el Laboratorio del Servicio Minero Nacional acusó los siguientes porcentajes:

Muestra 70	
Ins. en HCl .....	10,80
CaO .....	44,80
MgO .....	5,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,80
Pérd. por calc. ....	38,23
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) ....	80,00
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) ....	10,71

Se la trabaja en una labor de rumbo NE-SO de 150 m de largo, con avance hacia el NO de 30-40 m y altura máxima de 12 m hasta 5-6 m en sus extremos.

*El Toba:* Se sitúa a unos 2 km en línea recta al SO de la anterior, sobre las últimas estribaciones suroccidentales de la sierra, a unos 6 km al SSE de la fábrica de cemento en construcción.

El yacimiento está representado por un potente paquete travertínico de hasta 12 m de potencia, formado por bancos de límites imprecisos de 1 a 2 m de espesor, de rumbo general N-S e inclinación de 10-15° O que puede ser seguido según su rumbo en más de 300 m, y en algo menos hacia el este del frente actual en la cima de la lomada, aunque sin poder confirmar su espesor en esta última dirección. Alternan con el travertino capas concordantes de aragonita muy pura de 1-2 hasta 20 y 25 cm de espesor. El paquete presenta en algunos sectores una cubierta de material detrítico moderno y suelo vegetal por lo general de poco espesor.

El travertino de coloración amarilla a grisácea, es poroso con cavidades alargadas paralelas al banco, en otros sectores es masivo con pocas cavidades rellenas por calcita de grano muy fino; preferentemente en los bancos inferiores aparece un calcáreo travertínico masivo, posiblemente mezclado con material arcilloso, de baja ley en CO<sub>2</sub>Ca, y por lo tanto descartable en la explotación actual. La aragonita se dispone en fibras largas perpendiculares a la capa y es de coloración blanca con ciertas tonalidades verdosas.

Valores analíticos de este material, aportados por la Cía. Juan Minetti e Hijos Ltda. (Planta de cemento El Bordo) se exponen a continuación en por ciento:

	1	2
SiO <sub>2</sub> .....	6,33	11,73
CaO .....	45,99	42,48
MgO .....	4,19	2,99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,29	2,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,16	1,88
Pérd. por calc. ....	40,27	37,21
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) ..	92,70	82,50
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) ..	8,76	6,25

Parte del paquete travertínico, desde las partes altas al pie del cerro donde se emplaza, o sea una distancia aproximada de 200 en sentido E-O y unos 100 m en sentido N-S a lo largo del faldeo del cerro, fue explotado en épocas anteriores, quedando sólo algunos relictos a modo de pequeños montículos. La labor actual consiste en un frente de unos 200 m orientado meridionalmente, continuándose en su porción austral con labores antiguas, con un avance hacia el E de 15 a 25 m y alturas variables de 10-14 m con algunos escalones.

Las dos canteras descriptas eran explotadas, en el momento de la visita (octubre de 1980), en forma mecanizada, por la Cía. Juan Minetti e Hijos Ltda. S.A., propietaria además de los terrenos. El material es transportado mediante camiones hasta la cantera El Sauce (Pcia. de Salta) en donde es triturado convenientemente y enviado por cablecarril hasta la fábrica de cemento de El Bordo (Campo Santo), de la misma empresa. El ritmo de producción para esa época promediaba las 1500 t/día, de la cual la proporción de cantera El Toba a la del El Mojón-Cerro Plano era de 1:3 a 1:4. La compañía citada se encontraba además abocada a la construcción de una fábrica de cemento en la localidad de Puesto Viejo que tendrá una capacidad potencial de 2.200 t/día de cemento, y que será alimentada con material de estas canteras.

En cuanto a las reservas de calcáreos, cabe citar que ya en 1959, la empresa propietaria, según datos existentes en el Banco Nacional de Desarrollo (ANTUÑA y UÑATEZ, 1959) había determinado como reservas geológicas la cifra de 101.000.000 t entre materiales de la F. Yacoraite y los travertínicos. Por otra parte, según fuentes de la Dirección Provincial de Minería de Jujuy, organismo que se hallaba abocado a tareas de exploración en el área en cuestión mediante perforaciones, se alcanzaron amplias reservas que permitirán holgadamente abastecer a la fábrica de cemento que se está instalando en la zona.

### León-Volcán

*Bárcena:* Se localiza 2.500 m al SE de Volcán, dpto. Tumbaya, sobre la margen izquierda del río Grande; a una altura de 2.100 m s.n.m. Pertenece a la Cía. Minera Tea, firma que explota la caliza desde hace 17 años. Dista 40 km de San Salvador de Jujuy y 54 de Altos Hornos de Zapla.

La ruta nacional n° 9 conduce al yacimiento. La cantera se ubica 800 m, en línea recta de la mencionada ruta y de las vías del F.G.B., construidas éstas sobre el cono de deyección de El Volcán.

Se emplaza en la ladera occidental del extremo austral de la Sierra de Tilcara de abrupto relieve, con altura entre 3.000-3.300 m.

Los calcáreos que se manifiestan entre León y Volcán se asignan a la F. Volcán homologable a la F. Las Tienditas, de edad precámbrica. Se trata de una caliza gris-azul oscura, localmente brechada, que contiene algo de material carbonoso y está atravesada por venillas de calcita y cuarzo.

Es dura, de fractura concoide y con pátinas limoníticas, en ciertos sectores. Algunas veces lajosa y otras masiva. El espesor es difícil de determinar, debido al complejo plegamiento y fallamiento que las afecta, aunque fueron establecidos al NE de León, valores má-



ximos del orden de los 300 m. Es dable citar la existencia de una arenisca calcárea dura, de color gris blanquecino, de grano mediano a grueso y áspera al tacto, como asimismo esquistos verde-amarillentos que constituyen "cuñas" entre los bancos calcáreos.

El material analizado químicamente observa los siguientes guarismos:

	1	2
Insol. en HCl ....	3,75 %	1,06 %
CaO .....	53,27 %	54,00 %
MgO .....	0,58 %	0,51 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	0,45 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,60 %	0,27 %
P .....	—	0,03 %
S .....	—	0,06 %
Pérd. por calc. ...	42,10 %	43,10 %
CO <sub>2</sub> Ca (calc.) ...	95,12 %	96,39 %
CO <sub>2</sub> Mg (calc.) ...	1,21 %	1,07 %

1. Muestra de esquirlas del frente S tomada durante nuestra visita, octubre de 1980 y analizada por el Laboratorio Químico del Servicio Minero Nacional.
2. Muestra analizada por el Laboratorio Químico de la Dirección Provincial de Minas de Jujuy (1970).

La cantera presenta un rumbo N-S con avance al este. El frente en explotación, en el momento que se efectuó la visita, era bastante irregular y se localizaba en el extremo austral de la misma. A unos 1000 m al N de esta labor y sobre la ladera del cerro se observan otras, ya abandonadas y cubiertas por material de acarreo. El material extraído es clasificado pero es la fracción de 9-40 mm la que tiene mayor preferencia pues es consumida por Altos Hornos Zapla y la calera Los Tilianes (Volcán).

La producción de esta firma es variable, oscila entre 30.000-35.000 t mensuales.

Cabe citar aquí, el estudio realizado por MONCHA-BLÓN (1976), sobre los afloramientos calcáreos de la margen izquierda del Río Grande entre las localidades de León y Volcán, donde estima una reserva de los sectores más puros arribando a la cifra de 70 millones de toneladas.

### Quebrada de Tumbaya

**Agua Chica:** Esta propiedad del Sr. E. Romero se halla ubicada en el dpto. Tumbaya, en la margen N de la quebrada de Tumbaya Grande; a 5 km en línea recta de Purmamarca en dirección SE y 12 km al NO de la localidad de Tumbaya. Su acceso es por la ruta nacional n° 9 hasta la quebrada citada, prog. Km 1202 F.G.B., para tomar por ésta al O unos 1500 m y luego al NO por 6500 m hasta el yacimiento.

El mismo se encuentra emplazado en el faldeo SE de una serranía, de rumbo NNO-SSE, de una altura de 2700-2900 m s.n.m., con fuertes pendientes y profundas quebradas donde se acumula el material detrítico.

Geológicamente se encuentra en el ambiente de la Cordillera Oriental dentro de la F. Puncoviscana, de posible edad precámbrica. El depósito aflora sobre una escarpa de falla que constituye el frente oriental de un bloque integrado por arenisca, pizarras, esquistos y dolomitas, según Navarro en MÉNDEZ *et al.* (1979).

El calcáreo dolomítico integra un paquete de bancos groseramente lenticulares y subhorizontales, inter-

calados con pizarras y esquistos verde rojizos que se extiende con rumbo NNO-SSE por espacio de unos 1000 m. La dolomita, de grano fino, color gris oscuro (fresca) a claro y amarillenta (meteorizada), muestra a veces delgadas bandas de sílice y está afectada por un intenso diaclasamiento.

Las labores existentes son irregulares; el frente de cantera sigue una dirección N-S, registra 100 m de largo, 30 de avance al O y 70 de alto; en su sector S ha rebasado los límites de seguridad para el tipo de explotación. Existen amplios desmontes que cubren parte del área.

El análisis de una muestra en esquirlas del citado frente, extraído durante nuestra visita (noviembre 80), arroja los siguientes valores:

Ins. en HCl .....	2,17 %
CaO .....	32,10 %
MgO .....	20,04 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,35 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,80 %
Pérd. por calc. ....	44,73 %
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) ..	57,32 %
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) ..	42,08 %

ROMANI (1961) al referirse al espesor del yacimiento manifiesta dificultades en sus determinaciones, no obstante le asigna unos 20 m y una densidad de 2,5. NAVARRO (op. cit.) estima como reservas probables 1.600.000 t, con las siguientes determinaciones: 0,8-10,7 % SiO<sub>2</sub>, 28,9-31,8 % CaO y 16,4-20,5 % MgO. La producción para 1976 fue de 16.600 t, actualmente se encuentra inactiva, existiendo un importante stock en la estación Tumbaya. El material se enviaba a Altos Hornos Zapla como fundente y en acería.

### Bella Vista

**Maimará:** Esta cantera de material calcáreo se localiza en el paraje denominado Bella Vista, frente al pueblo de Maimará, sobre la margen izquierda del río Grande, en el dpto. Tilcara.

Dista 74 km de San Salvador de Jujuy y se alcanza a través de la ruta nac. n° 9 hasta la localidad anteriormente citada para luego seguir un camino secundario al E por 1.000 m que conduce al yacimiento, el que pertenece al señor A. Abdala.

Se enclava en un relieve más o menos abrupto, conformando por afloramientos alargados en sentido meridional y cuya altura media sobre el nivel del mar es de 2.500 m.

Según MÉNDEZ *et al.* (1979) constituye un sinclinal integrado por rocas de distintas edades: F. Puncoviscana (Precámbrica), Grupo Mesón (Cámbrico), Grupo Santa Victoria (Ordovícico) y sub-grupo Balbuena (Cretácico) perteneciendo a este último, (F. Yacoraite), el material motivo de explotación.

De acuerdo a SCHLAGINTWEIT (1937) la formación mencionada en último término, observa para este sector una potencia reducida, tornándose más arenosa. MÁRQUEZ (1970) describe el siguiente perfil para la F. Yacoraite, desde el piso hacia el techo: calcáreo arenoso gris claro-caliza oolítica-areniscas calcáreas rojizas y amarillentas. Manifiesta que la caliza constituye bancos de coloración clara y potencia variable (0,8-1,4 m), siendo su rumbo N 20°-30° E y su buzamiento 40° NO.



Ha establecido una serie de bloques en el estudio del yacimiento, mostrando ser los números 3 y 4 los más factibles de explotación.

Respecto de sus composiciones señala los siguientes resultados analíticos:

	Bloque 3	Bloque 4
Insol., total .....	4,3 %	3,4 %
CaO .....	47,7 %	49,0 %
MgO .....	vest.	6 %
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Al, Fe) .....	2,2 %	1,1 %
CO <sub>2</sub> Ca .....	84,9 %	87,2 %

Los mencionados bloques registran una reserva de 35.000 t.

Actualmente el yacimiento se halla paralizado dado que su principal consumidor, Altos Hornos Zapla, rechaza el material por su elevado contenido en SiO<sub>2</sub> y MgO.

#### LA RIOJA

##### Santa Cruz

**Santa Bárbara:** Se emplaza al pie de la ladera oriental del sector septentrional de la sierra de Velasco, a unos 300 m al oeste de la localidad de Santa Cruz, en el distrito homónimo, departamento Castro Barros. Su acceso se realiza desde el km 1.267 de la ruta nacional n° 75, que une la capital riojana con Aimogasta, desde donde se toma un camino hacia el oeste que pasando por la localidad de San Pedro, llega a Santa Cruz, en un recorrido total de 16 km.

El yacimiento se enclava en las primeras serranías abruptas emergentes del piedemonte oriental del Velasco.

La geología del área está representada por un granito porfirioide de coloración grisácea, asignable al Precámbrico, sobre el cual se apoya discordantemente el conjunto calcáreo, de edad terciaria según CASTAÑO y GREGORINI (1968); hacia el este estas unidades desaparecen bajo la cubierta pedemontana. Un fallamiento regional, de rumbo N-S ha elevado el bloque en el cual se emplazan los cuerpos travertínicos.

El yacimiento está representado por dos cuerpos separados, unos 500 m en sentido meridional, aparentemente, como pequeños remanentes adosados al basamento. El cuerpo sur, de mayores dimensiones, es visible en sentido N-S en unos 200 m y aproximadamente 130 en el E-O; conforma 3 pequeñas elevaciones limitadas al sur y este por una quebrada que ocasiona un desnivel de 40-50 m. Lo forman bancos de rumbo N-S a N 25° E con inclinaciones que van de 35-40° E en la parte inferior a 15° E en la central y subhorizontales en la superior.

El cuerpo sur comienza con un conglomerado de base, con clastos graníticos de tamaño desde pugilar hasta bloques, con cemento calcáreo pardo-grisáceo; por debajo de los antiguos frentes éste lleva además matrix arenosa y se observan clastos de travertino, allí su potencia aforante alcanza los 10 m. Continúa una sucesión de bancos travertínicos castaño-gris claros, porosos, que alternan con capas de aragonita y ónix de coloración blanco lechoso a blanco-grisáceo que suelen llevar bandas negras de óxidos de manganeso; los bancos de travertino tienen espesores de 0,5 a 1 m donde los niveles aragoníticos son escasos y de 0,05 a 0,20 m en donde abundan. Las

capas de aragonita y ónix tienen espesores de 1 a 10-15 cm y presentan por lo general cavidades tapizadas por agujas de aragonita. La potencia máxima de todo el paquete alcanza los 25 m; CASTAÑO y GREGORINI (op. cit.), en su informe para la Dirección de Minas de La Rioja, le asignan una potencia media de 8 metros.

A continuación se exponen resultados analíticos de tres muestras de este cuerpo, tomada de horizontes sin inclusiones graníticas por CASTAÑO y GREGORINI (op. cit.), en por ciento:

	A	C	D
Ins. en HCl .....	2,47	11,12	5,81
Humedad .....	0,38	0,64	0,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,49	0,95	0,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,62	0,92	0,32
CO <sub>2</sub> Ca .....	93,64	83,96	89,27
CO <sub>2</sub> Mg .....	2,32	2,38	3,19

Los autores citados clasifican a esta roca como una caliza magnesiana con una composición media de 89,07 % de CO<sub>2</sub>Ca y 2,52 % de CO<sub>2</sub>Mg de la cual estiman 475.000 toneladas.

Este depósito ha sido explotado en un frente de forma irregular de unos 15 m de largo, por 2 a 5 de altura, desarrollado en la parte media a superior del paquete, además de otros pequeños en diversos sectores.

El cuerpo situado al Norte, de menores dimensiones, presenta características similares al descripto y en él se han efectuado algunas pequeñas labores.

Este material debido a su fracturamiento e impurezas de óxidos e hidróxidos friables, no puede ser utilizado como mármol, en cambio, antes de la paralización de su explotación, la cual data de muchos años, éste era utilizado para la obtención de cal, en un horno situado al pie del cuerpo Sur.

##### Quebrada de Chorrillos

En la quebrada de ese nombre, a unos 64 km al N de Guandacol, en las estribaciones australes de la sierra de Umango, departamento Gral. Lavalle, se emplazan cuerpos de dolomitas cristalinas que fueron motivo de una reducida explotación como roca de ornamentación (mármol), por parte de la firma Geberovich Hnos. (cantera Santisteban). Su acceso desde la población de Guandacol se realiza por un camino sobre el cauce del río La Troya hasta el paraje Nacimientos (54 km) y de allí por una huella al oeste de 10 km hasta el yacimiento.

Se trata, de acuerdo a RICCI y HERNÁNDEZ (1972) de bancos carbonáticos masivos de hasta más de 20 m de longitud, emplazados entre esquistos y anfibolitas de la porción media a superior del Complejo Precámbrico. Su composición es la de dolomitas, en parte calcíticas, de colores blancos a blanco-verdosos, gris-claros y rosado, de grano medio a fino, bastante fracturados.

El análisis, en por ciento, de 2 muestras, presentado por los autores mencionados es el siguiente:

	M 1	M 2
Ins. en HCl .....	22,7	0,6
Pérd. a 900°C .....	35,6	46,6
Sílice (SiO <sub>2</sub> ) .....	9,1	0,5
Calcio (CaO) .....	27,0	29,6
Magnesio (MgO) .....	14,6	20,9
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,2	0,1
Carbonato de Calcio (calc.) ..	48,2	52,8
Carbonato de Mg (calc.) .....	30,5	43,8



Existen dos labores a cielo abierto, sobre la margen occidental de la quebrada de Chorrillos, uno de 10 m de largo, por 7 de ancho y 3 de alto y el otro, sito a 45 m al NO del primero, de 17 m de largo por 11 de ancho y 16 de profundidad.

### Nueva Esperanza

Se ubica al N de la localidad de Jagüé, a unos 19 km al OSO del paraje Potrero Grande, departamento Gral. Sarmiento.

Según COMBINA (1979), este depósito virgen está conformado por varios bancos carbonáticos, en parte calcosilicáticos, intercalados con esquistos, gneises y anfibolitas que corresponden a la F. Espinal (Precámbrico). Los cuerpos calcáreos, de longitudes y de espesores variables, se arrumban en una dirección general N-S con inclinaciones desde verticales hasta 55° y 72° al O y E, respectivamente; todo el conjunto evidencia un fuerte tectonismo, presentando los calcáreos, estructuras brechosas, deformaciones plásticas y fracturas que los dividen en bloques pequeños.

Las calizas son de color blanco, rosadas y grises, presentando sectores bastante impuros y niveles silicáticos.

El autor citado, arribó a unas 1.300.000 t de material útil como reservas totales.

### El Salto

Propiedad de la firma FAMACAL, se ubica sobre el faldeo oriental de la sierra de Famatina, al O de la localidad que lleva ese nombre, en el departamento homónimo; su acceso se realiza desde el caserío de Plaza Vieja, a través de una huella hacia el O de unos 10 km que pasa por el puesto El Totoral.

El depósito, según CAAMAÑO (1975), lo constituye un lentejón de caliza cristalina, flexurado, intercalado en las pizarras gris-verdosas de la F. Negro Peinado (Ordovícico), de rumbo NO-SE e inclinación de 70° al SO a vertical. Las calizas son granulosas, blanquecinas, grises a gris-rosadas, pardas, y gris negras, de textura granoblástica fina, apenas cataclazadas, con planos irregulares transversales portadores de cloritas y óxidos de hierro.

A continuación se exponen los análisis, en porciento, presentados por el autor citado, quien determinó reservas de más de 400.000 t de caliza:

	Caliza blanca grisácea	Caliza gris rosada	Caliza blan- quecina
Ins. en HCl .....	3,53	3,36	2,36
Pérdida a 900°C ....	42,04	42,12	43,21
Calcio (CaO) .....	52,50	52,05	53,00
Magnesio (MgO) ..	1,08	1,53	0,92
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	0,64	0,53	0,42
Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ...	0,16	0,42	0,20

### Guandacol

Los cuerpos carbonáticos que afloran en el oeste riojano, departamento Gral. Lavalle, se emplazan en la porción septentrional de la región morfoestructural de la Precordillera y pertenecen a la F. San Juan. Un amplio sector, de alrededor de 32.000 ha, situado hasta 20 km en línea recta de la localidad de Guandacol, en dirección oeste, ha sido motivo de estudios por parte

de CASTAÑO *et al.* 1970, reconociéndose entre otras, el área aledaña al río Guandacol; quebrada y puesto El Tambo, quebrada de Las Piedras Blancas y además el área del cerro La Totorá, encontrándose que las mismas poseen material apto en general, para la elaboración de cales hidráulicas y en algunos casos para cemento.

El área denominada ríos Guandacol-El Tambo fue objeto de un estudio en detalle por parte de GONZÁLEZ y colaboradores (1978), de la Fundación Lillo. Esta se ubica a unos 15 km al O de la población de Guandacol, en las cercanías del puesto El Tambo; los afloramientos en cuestión conforman un cuerpo alargado en dirección NNO-ESE, como un pilar tectónico originado por dos fracturas subparalelas del Terciario, con fallas oblicuas y transversales secundarias que lo subdividen en bloques menores; su eje mayor es de más de 3 km y su ancho varía de 1.000 a 500 m en los sectores más angostos. Está compuesto por calizas y dolomías, con todas las composiciones intermedias, portadoras de nódulos de pedernal negro, que muestran algunas intercalaciones arenosas y conglomerádicas en su parte basal; presentan coloraciones grises, gris-azuladas, castaño-claras y hasta negras (fétidas) y venas y venillas de calcita producto de disolución y reprecipitación. Sedimentitas terciarias rojizas se adosan a los calcáreos principalmente en el sector SE, mostrando a veces cabalgamientos.

GONZÁLEZ y colaboradores (*op. cit.*) realizaron en el área 13 perfiles transversales a la dirección principal de la serranía y/o a las estructuras, con su correspondiente muestreo, de los cuales algunos de los datos analíticos obtenidos se exponen en el cuadro 12. La zona comprendida entre los perfiles F y C, de forma ovoide con 930 m de eje mayor y 233 el menor, ubicada en la porción centro y centro-sud del área estudiada, demostró las mejores condiciones para continuar la búsqueda; en ella se intensificó el muestreo y fue dividida en 7 sectores que arrojaron un promedio de 50,28 % CaO (89,78 % CO<sub>3</sub>Ca) y 3,15 % de MgO (6,58 % CO<sub>3</sub>Mg), se cubicaron reservas del orden de los 34.000.000 t de material apto para su utilización en la industria del cemento.

Cabe mencionar la presencia, en la zona del puesto El Tambo, de algunos pequeños hornos de cal, citados ya por FURQUE (1963), que consumen el material calcáreo de esa zona, con una producción escasa y esporádica; además en el cerro La Totorá, en la parte norte de la región tratada, según FURQUE (1972) se han realizado algunas pequeñas explotaciones para la fabricación de cal.

### Las Lomitas

Se trata de pequeños afloramientos calcáreos que se localizan a 94 km al S de la población de Chepes, entre las estribaciones australes de las sierras de La Huerta y de Las Minas, en el departamento Rosario V. Peñaloza, casi en el límite con la provincia de San Luis.

Son areniscas conglomerádicas con cemento calcáreo, abundante en algunos sectores, del Plioceno, dispuestas a modo de mesetas o barrancas con rumbos NNE e inclinaciones de 7 a 25° al O; los sectores más ricos en CO<sub>3</sub>Ca fueron explotados ocasionalmente para la fa-



CUADRO 12

PERFIL	I		II		III		IV		V	VI	VII	F			C		B	A
N° MUESTRA	52	131	224	234	303	360	410	432	830	928	1022	743	737	740	105	108	56	15
Residuo Insoluble	3.26	4.04	23.40	4.46	53.56	3.92	0.56	18.66	2.66	3.06	9.38	0.40	1.32	0.10	2.38	1.78	1.30	2.62
Perd por calcinac.	44.64	42.14	34.93	44.00	20.60	45.62	43.14	37.28	22.84	43.26	42.70	43.50	42.28	44.20	42.56	44.60	46.40	45.86
Calcio (CaO)	37.97	48.10	26.42	31.97	17.50	33.60	53.90	34.30	34.83	35.00	36.12	53.90	53.90	53.90	49.22	51.80	35.00	42.00
Magnesio (MgO)	12.99	4.66	14.76	18.29	6.49	15.03	0.75	7.96	19.25	15.51	11.60	0.70	0.30	1.00	3.74	1.01	14.80	10.00
Alumina + Hierro (en $R_2O_3$ )	0.66	0.72	0.24	0.48	0.85	0.75	0.65	0.80	0.42	0.42	0.38	1.45	1.20	1.50	1.10	0.85	1.20	0.50

## COMBINACIONES PROBABLES

Carbonato de calcio (calc.)	6780	85.80	47.17	57.07	31.25	60.00	96.25	61.25	62.20	62.50	64.50	96.25	96.25	96.25	87.90	92.50	62.50	75.00
Carbonato de magnesio (calc.)	27.90	4.66	30.84	38.22	13.56	31.41	1.56	16.63	36.72	33.00	24.70	1.46	0.63	2.09	7.81	2.01	31.14	20.90



bricación de cal. MASTANDREA y DAWSON (1962) calculan 30.000 t de reservas con 80 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

Otros calcáreos impuros similares al descripto, se ubican en las cercanías de la localidad de La Chila, 33 km al sur de la población de Punta de Los Llanos, departamento Angel V. Peñañoza (HERNÁNDEZ y COMBINA, 1972), y otros en el departamento Capital.

### El Totoral

La cantera El Totoral distante unos 40 km al NO de Chilecito, se halla ubicada al oeste de la población de Famatina (Departamento homónimo), en campos pertenecientes al antiguo establecimiento de fundición de cobre "El Totoral", a unos 2.500 m sobre el nivel del mar.

Se trata de un potente banco de caliza cristalino-granulosa, de rumbo general NO-SE y posición subvertical, situado en la margen sudeste de la quebrada del Molle (estribaciones orientales de la sierra de Famatina). Su potencia máxima visible alcanza los 45 m; hacia arriba disminuye de espesor a la vez que tuerce al este siguiendo la flexión que sufre la roca de caja, representada por esquistos filíticos grises con tonalidades claras y oscuras.

El yacimiento comprende un cuerpo principal y otros pequeños, lenticulares, ubicados en cercanía inmediata y al noreste de aquél.

La caliza de grano fino a mediano, es blanca hasta grisácea, con tonalidades rosadas en ciertos sitios debido a la presencia de óxidos de hierro. Desde su caja SO hasta unos 25 m hacia el NE (en la parte más potente del banco), el material es muy homogéneo, no así en el tramo restante en que son frecuentes las intercalaciones de la roca de caja, según CABEZA (1951).

Análisis de dos muestras comunes realizadas por los Dres. C. S. M. Ruggiero y M. Segal y Segal, señalan los siguientes valores en por ciento:

	I	II
Ins. en HCl .....	3,29 %	2,14 %
CaO .....	52,25 %	52,90 %
MgO .....	1,33 %	1,08 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,20 %	0,20 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,60 %	0,32 %
CO <sub>2</sub> .....	41,90 %	43,09 %

- I. Material de color gris  
II. Material de color blanco

La mayor parte de los trabajos efectuados en este yacimiento son a cielo abierto, existiendo además, un socavón que corta el cuerpo principal en toda su potencia (45 m) y del cual parten estocadas laterales.

El material de este depósito fue utilizado en la fundición de cobre "El Totoral", a principios del presente siglo. Es posible que algunas partidas pequeñas se destinaran a la elaboración de cal en Famatina.

### La Calera

El yacimiento calcáreo La Calera se encuentra situado al pie de la cuesta de Huaco, al oeste de la ruta nacional n° 75 a 57,5 km al NNO de la ciudad de La Rioja, (Departamento Sanagasta) y a unos 1.450 m sobre el nivel del mar.

Cercano al macizo granítico de la cuesta mencionada, en un relieve llano, aparecen manifestaciones calcáreas puestas al descubierto por dos labores de una profundidad de 2,20 m.

El terreno aflorante está representado según CABEZA (1951) por un material suelto, rico en elementos procedentes de la disgregación del granito, de 1,50 m de espesor que pasa gradualmente a otro areno-arcilloso en parte margoso y que constituye el techo del banco calcáreo. Este último con potencia visible de 60 a 70 cm, incluye en su masa algunas intercalaciones arcillosas y nódulos irregulares de ópalo. Su posición es sensiblemente horizontal, con una leve inclinación hacia el norte y descansa sobre un granito de color rosado hasta grisáceo.

El material calcáreo es compacto, de una coloración blanca a gris clara con pasajes a tonalidades pardas. A juzgar por su posición geológica, se atribuye su origen a una deposición de aguas termales, bicarbonatadas.

La carencia de trabajos de reconocimiento no permite abrir juicio acerca de la magnitud de esta acumulación calcárea y de sus características.

Este yacimiento, cuyo material, previa eliminación de sus intercalaciones arcillosas y silíceas proporciona un producto apto para la elaboración de cal, se halla abandonado desde hace algún tiempo. En sus proximidades se instalaron dos hornos, para la elaboración de cal.

## SALTA

### La Merced

En el Cerro San Miguel, al este de la localidad de La Merced, departamento Cerrillos, se emplazan varias canteras de piedra caliza, a saber: Citrus, Esperanza, Shubert y otras, cuya producción es absorbida por la industria local de la construcción. Se accede a éstas por la ruta nacional n° 9 hasta la localidad de La Merced, distante 23 km de la ciudad capital, para luego tomar una serie de caminos vecinales al E que conducen a la sierra San Miguel, donde se localizan las mencionadas propiedades mineras.

En esta suave serranía de arrumbamiento submeridional, afloran formaciones de distintas edades: Puncoviscana (Precámbrica), Grupo Santa Victoria (Ordovícica), subgrupo Balbuena (Cretácico superior). Este último denominado así por MORENO (1970), está constituido por las formaciones Yacoraite, Lecho y Olmedo, y contiene el material calcáreo que es motivo de aprovechamiento.

*Citrus:* Se sitúa un kilómetro al NE de la población La Merced y su propietario J. Bernal (ex-Shubert), la explota en forma semimecanizada, produciendo unas 30 t/día aproximadamente. Se emplaza en una lomada, formada por una estructura homoclinal, cuyo eje sufre leves flexuras tanto al E como al O. Muestra una secuencia sedimentaria formada por areniscas calcáreas amarillentas, calizas oolíticas y margas arenosas, amarillo verdosas, con sus tipos intermedios.

Los bancos calcáreos presentan un rumbo promedio N 25° O, e inclinan 20-25° al O; son de color rosado grisáceo a amarillento, en sectores sacaroide pero en su mayoría oolítico. A veces masivos y otras lajosos, con potencias de 0,20 hasta 1,50 m. Algunos llevan niveles de una marga verdosa de 2 a 3 cm y otra rosada de 5 cm intercaladas. Por encima, bancos de 0,80 m promedio de potencia de calcáreos sin intercalaciones que son los que se explotan. Esta sucesión se repite por unos 20 m.



Se distinguen distintas labores. La principal de forma semi-circular, con rumbo submeridional y avance al E, siendo sus dimensiones: 80 x 40 x 25 m (largo-ancho-alto); con juegos de diaclasas de rumbo N 70-80° O y subverticales. Existe otro frente, en un nivel superior de rumbo NNE que presenta características similares al anterior pero con un aumento del encape hacia el S.

Se analizó una muestra obtenida durante nuestra visita (octubre 1980) en el Laboratorio Químico del Servicio Minero Nacional arrojando los siguientes valores:

Insol. en HCl .....	31,22 %
CaO .....	35,02 %
MgO .....	3,29 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,05 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,60 %
Pérd. por calc. ....	29,98 %
CO <sub>2</sub> Ca (calc.) .....	62,53 %
CO <sub>2</sub> Mg (calc.) .....	6,90 %

Su producción es de 500-600 t por mes. La firma cuenta con dos hornos criollos para la obtención de cal.

*Mi Esperanza:* Esta cantera del Sr. E. Villagra se localiza 2 km al E de La Merced sobre la misma corrida de la anterior. Se distinguen tres niveles.

El principal presenta un rumbo N 25° O e inclina 37° O.

Un perfil del mismo muestra la siguiente secuencia, de arriba hacia abajo: 0,00-0,20 m cubierta vegetal; 0,20-1,00 m calcáreo oolítico amarillento, con intercalaciones de niveles arcillosos -1 a 2 cm-; 1,00-1,55 m calcáreo oolítico rosado a gris rosado estratificado -variedad mulata-; 1,55-3,00 m un calcáreo más gris y de grano fino; 3,00-7,00 m el material es más lajoso y con intercalaciones de arcilitas verde-rosadas.

Los bancos presentan flexuras, como asimismo diaclasas cuyo rumbo es E-O e inclinan subverticalmente.

Se ha desarrollado una labor de 30 x 20 x 10 m, que sigue los bancos de caliza.

A unos 6 m por debajo del nivel tratado se encuentran los otros dos, de menor potencia, oolíticos y de coloración gris rosada.

Una muestra obtenida, por los autores del presente trabajo, del nivel principal y analizada en el Laboratorio del Serv. Min. Nac. arroja los siguientes valores:

M. 68

Insoluble en HCl ....	8,70 %
CaO .....	48,12 %
MgO .....	3,17 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,60 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,40 %
Pérd. a 900°C .....	39,18 %
	100,17 %
CO <sub>2</sub> Ca (calc.) .....	85,92 %
CO <sub>2</sub> Mg (calc.) .....	6,65 %

La explotación es manual, a un ritmo de 150-200 t mensuales.

*Santa Elena:* A unos 500 m al E de la cantera anterior, luego de trasponer el cementerio de La Merced, se ubica este depósito cuyo dueño el señor José A. Paz posee un horno de cal a leña de una producción

de 7 t/día. La cantera presenta una labor de rumbo N 20° E, siendo sus dimensiones 200 x 25 x 15 m. Los bancos observan un rumbo N 75° O e inclinan 12° al S. La secuencia de abajo hacia arriba es la siguiente: arenisca calcárea gris amarillenta -4 m-; calcáreo gris rosado con intercalaciones de niveles arcillosos de pocos cm y de color verde -2 m-; caliza rosada -1,80 m-; material calcáreo con arcilitas rosada-amarillentas -0,50 m-; marga blancuzca -0,70 m-; cubierta vegetal -0,15 m-. El sector N, que se explota actualmente, presenta un diaclasamiento subvertical manifiesto.

*Canteras Varias:* Camino a San Agustín, aproximadamente a 2,5 km de la ruta n° 9 se está instalando la planta hidratadora de cal de La Merced, proyecto llevado a cabo a través de un crédito del BANADE, que recibe el nombre de Las Cañaditas S.A. Sobre este camino, en un recorrido de 4 km se emplazan otras canteras: Nueva Esperanza; Schubert; Rincón; Los Pinos y otras. Todas de características semejantes a las anteriores y de una producción variable.

En el departamento Cerrillos cabe citar asimismo: *La Cañadita*, esta cantera propiedad del señor M. Martínez Saravia se localiza 23 km al sur de Salta, en las inmediaciones de la población de Cerrillos. Se emplaza sobre el faldeo austral del cerro La Cruz, que emerge de la planicie moderna con una elongación de 1000 m en sentido E-O. Aflora en esta elevación el Horizonte Calcáreo-dolomítico (F. Yacoraite), integrado por una caliza rosada blanquecina, algo silíceas, compacta y cuya rumbo es N 75° O y su buzamiento 25° SO.

Según MURICI y CANDIANI (1956) se han abierto 4 frentes de cantera en la ladera sur del cerro; estos autores han cubicado 2.800.000 t de mineral como reserva geológica.

### Palomitas

*Puerta de Anta:* Esta cantera perteneciente a la empresa Darrui Obras y Servicios Mineros, se ubica en el dpto. Güemes y dista 60 km de la ciudad de Salta. Su acceso es por la ruta n° 34 hasta la localidad de Palomitas y desde allí por caminos secundarios, a través de 10 km. La misma se emplaza en un sector de suaves serranías, más o menos aisladas, separadas por extensiones de relleno aluvial y en el ambiente de Sierras Subandinas.

Se localiza sobre la margen derecha del arroyo Puerta de Anta y conforma un afloramiento visible de 80 m aproximadamente.

Geológicamente corresponde a la Formación Yacoraite, siendo el material un calcáreo oolítico de color salmón-amarillento, con niveles de arcilita calcárea gris rosada y margas amarillentas intercaladas. Los bancos presentan un rumbo de N 40° O e inclinaciones variables de 35 a 40° SO, con potencias de 0,20 a 0,80 m. Con un encape de casi 1 m de material de acarreo, existiendo un suelo incipiente en los últimos 10 cm. Según comunicación de su dueño su composición química es variable con tenores que oscilan entre 80-85 % (CO<sub>2</sub>Ca); 4-5 % (CO<sub>2</sub>Mg) y 10-15 % (SiO<sub>2</sub>).

La cantera es de forma irregular, siendo sus dimensiones: 40 m de largo, 15 de ancho y 8 de alto. Hacia el E se encuentran otras labores, actualmente abandonadas, pues la secuencia sedimentaria se torna más arenosa. Se la explota en forma semimecanizada y se



extraen unos 100 m<sup>3</sup> de piedra caliza por mes. Estos se envían a Palomitas donde está instalada la calera que cuenta con dos hornos —capacidad 10 y 15 m<sup>3</sup>/día, que proveen una cal amarilla, tipo semihidráulica comercializadas a granel o embolsada bajo el rótulo de cal El Atomo; la producción es variable.

### Campo Santo

**El Sauce:** El yacimiento se halla emplazado en el borde occidental del valle de Güemes, departamento homónimo, distante 16 km al NNO de la localidad de Campo Santo, conectado por medio de las rutas provinciales n°12 y 121.

Regionalmente el área es parte de una amplia comarca deprimida, enmarcada por la Cordillera Oriental al oeste y las Sierras Subandinas al este. Los rasgos de relieve más destacados son los cerros La Cantera y Las Pirguas, donde, según MORENO *et al.* (1978) afloran formaciones ordovícicas (F. Mojotoro), cretácicas (F. Yacoraite), terciarias (Subgrupo Santa Bárbara) y depósitos cuaternarios; estos últimos representados por la F. El Sauce contiene materiales travertínicos que se formaron por acción de las aguas termales, que aún se observan en ámbito de la cantera en los conocidos baños "El Sauce".

En los cortes de cantera se distinguen sedimentos de la F. Yacoraite, representados en su base por materiales areniscosos conglomerádicos amarillento-rojizos, en parte grises y areniscas calcáreas finas a medianas, con intercalaciones de arcilitas rojizas. A este conjunto de unos 4 m de potencia, le siguen 8 de caliza oolítica, gris a parda, con estratificación fina, que alberga lentes de caliza arenosa de color rosado amarillento y de grano mediano; en su porción superior el banco se muestra de granometría fina a microcristalina, en partes con estructura oolítica, observando un color verde amarillento. Todo el paquete sedimentario registra intercalaciones de materiales arcillosos y margosos en diferentes niveles y con distintos colores o tonalidades. A la F. Yacoraite se le superponen capas margosas-arcillosas y conglomerádicas, coronadas por materiales travertínicos. El conjunto está expuesto en una estructura anticlinal de rumbo N-S, seccionada por una falla de dirección NO-SE con su plano inclinado hacia el SO.

Dado el intenso laboreo a que fue sometido el yacimiento, en especial en la extracción de travertinos y en menor proporción de la caliza oolítica-margosa de la F. Yacoraite, desde el año 1937, en la actualidad sólo se registran asomos relícticos de travertino de 4 a 6 m, de espesor, que se disponen en capas sucesivas aterrazadas. Dichas rocas, de color rosado a pardo claro, se caracterizan por presentar bandas de cristales de calcita, con crecimiento prismático y con disposición subparalela a veces formando haces de cristales fibro radiados. Asimismo es dable observar en su masa amígdalas rellenas por material arcilloso. En la base de la secuencia travertínica se distingue un conglomerado calcáreo brechoso, impuro, con abundantes clastos de diversos tamaños y composición.

Análisis químicos, del año 1965, proporcionados por la firma Juan Minetti S.A., que explotaba los materiales travertínicos para abastecer la planta de cemento portland, ubicada en la localidad de Campo Santo muestra los siguientes tenores en porciento:

Muestra n° 1 Muestra n° 2

Pérd. por calc. ....	35,01	36,33
CaO .....	46,67	47,41
SiO <sub>2</sub> .....	14,17	14,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,50	0,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,92	1,53
CO <sub>2</sub> Ca .....	83,30	84,62

El yacimiento muestra un amplio laboreo con tres cortes de cantera alineados en dirección NE-SO a lo largo de más de dos km. El corte principal reconocido en la porción austral registra una corrida de varios centenares de metros, 30-40 de ancho y unos 15-20 m de altura.

La fábrica de cemento El Bordo (Campo Santo), que consumía hasta hace pocos años material calcáreo de las canteras citadas, produce unas 580 t de clinker con un consumo de aproximadamente 900 t de caliza, que actualmente es proporcionada por los yacimientos de calcáreos travertínicos de Puesto Viejo, provincia de Jujuy; solamente se extrae del área del yacimiento en consideración un modesto volumen de arcillas y margas como materia aluminosa.

En virtud de que la firma Juan Minetti S.A. tiene en construcción una moderna planta de cemento en Puesto Viejo, se proyecta destinar la fábrica de Campo Santo a la elaboración de cemento puzolánico a partir del año 1983.

### TUCUMAN

#### Sierra La Ramada

En el paraje conocido como El Mollar, situado a 7 km al ONO de la localidad de Taruca Pampa, al pie del faldeo oriental de la sierra de La Ramada y 59 km al NO de la capital provincial, departamento Burruyacu se localiza un depósito calcáreo perteneciente a la firma Calera Aconquija.

En cuanto a las características topográficas y geológicas y de acceso al área ver capítulo de yeso (pág. 142). El material calcáreo explotado forma parte del paquete sedimentario de la F. Río Salí (Mioceno-Plioceno) y se presenta en dos bancos paralelos de rumbo N 15-20° E e inclinación de 10° al Este, separados por arcilitas verde claras, con un encape en la zona de laboreos de unos 5,5-6 m, formando una pequeña barranca.

El perfil, de ese lugar, de abajo hacia arriba, es el siguiente:

- 1 m Caliza oolítica.
- 0,05-0,10 m Arcilita verde clara con fina estratificación.
- 0,60 m Caliza oolítica.
- 0,15 m Arcilita verdosa clara.
- 0,45 m Yeso sacaroide.
- 0,20 m Sedimentita arcillosa verdosa y parda bien estratificada a laminada, con capas de yeso intercaladas.
- 2 m Limo arcilloso pardo claro.
- 2-3 m Capas de yeso masivo con intercalaciones limo-arcillosas verdosas.

La caliza es de coloración gris verdosa clara, compacta, de grano fino y textura oolítica. Una muestra en esquirlas de la misma arrojó los siguientes resultados, en porciento:



Ins. en HCl .....	4,15
CaO .....	43,90
MgO .....	8,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,50
Pérd. por calc. ....	41,15
CO <sub>2</sub> Ca (calculado) ....	78,39
CO <sub>2</sub> Mg (calculado) ....	17,00

Se la explotó en un socavón alargado en sentido N-S de 8 m de longitud con varias estocadas laterales de poca penetración.

La firma propietaria, mantiene inactivo el depósito, alimentando un horno de cal de una capacidad de 12 t/día instalado en sus inmediaciones, con caliza similar a la descripta y de mayor ley proveniente del yacimiento El Remate, del departamento Pellegrini, provincia de Santiago del Estero, en cercanías del límite interprovincial.

#### Morro de Peñas Azules

Este depósito calizo se emplaza en la falda oriental de las Cumbres Calchaquies, dentro de la estancia Chaquivil, departamento Tafi. Dista 50 km en línea recta al oeste de San Miguel de Tucumán. Se sitúa entre las nacientes de los ríos Chaquivil-Liquimayo, a 3600 m s.n.m., conformando un relieve abrupto, debido a las escarpadas pendientes y desniveles que caracterizan al área. Se alcanza la misma por caminos de herradura que parten desde Tafi del Valle, Raco o Anca Juli.

Varios son los autores que efectuaron trabajos geológico-económicos acerca de los afloramientos de caliza de esta zona, entre ellos cabe citar: DANIELI (1963) quien localizó el depósito; LUNA REYEROS (1968) realiza un relevamiento a escala 1:25.000 y delimita cinco cuerpos de caliza cristalina; RUIZ HUIDOBRO (1972) enmarca el yacimiento en el ámbito geológico; QUARTINO *et al.* (1974) efectúan la investigación básica del mismo y finalmente, SUAYTER y URDANETA (1979) establecen las reservas positivas del Cuerpo nº 1 o Morro de Peñas Azules.

De acuerdo a QUARTINO *et al.* (op. cit.), las calizas se intercalan entre gneises sillimanítico-granatíferos, esquistos y micacitas, conjunto que integra el basamento de la región. Esta asociación metamórfica refleja una secuencia sedimentaria, en la cual se alternaron la precipitación química carbonática y pelita-psamitas, posteriormente afectadas por intrusiones de pegmatitas y granitos.

Los autores mencionados en último término asignan el nombre de F. Peñas Azules a la alternancia litológica caliza-gneis y distinguen varios miembros, de los cuales dos son portadores de potentes cuerpos de caliza (60 y 190 m). La caliza es de grano fino a grueso, coloración blanco-grisácea, con algunos sectores grafiticos, además de contener entre otros minerales, diópsido, titanita, cuarzo y pirita.

El depósito, estructuralmente, se aloja en un anticlinal buzante al sur afectado por un intenso fracturamiento, con flexuramiento interno y deslizamientos interstratales.

Durante los años 1976-77 se instrumentó un programa exploratorio que abarcó 30 perforaciones y otras labores de destape para reconocer los bancos. Los pozos totalizan 1241 m de sondeo, distribuidos en una superficie de 65 ha, la que se divide en dos sectores;

Sector	nº perf.	metros	prof. máx. alcanzada
Oriental	17	700	51 m
Occidental	13	541	50 m

Al estudiar los testigos se evidenciaron dos tipos de materiales, uno microcristalino, oscuro, de grano muy fino y fractura irregular; el otro granular, gris blanquecino, de grano grueso y equidimensional.

Según SUAYTER y URDANETA (op. cit.) en el flanco oriental se observa una variación en el tipo de caliza, en la zona de Las Bardas pasa de granular a microcristalina, desde arriba hacia abajo; mientras que en Peña Redonda predomina la granular y la microcristalina aparece como intercalación. En el sector occidental la caliza granular es homogénea y abundante. Estos autores establecen a través de los análisis químicos efectuados valores de CO<sub>2</sub>Ca: 87-92 % y CO<sub>2</sub>Mg < 5 %; además cubican 15.624.674 t de reserva para el Morro de Peñas Azules. Aconsejan un estudio más detallado de los otros cuerpos no evaluados, ya que el material presenta una calidad aceptable para su utilización en la elaboración de cemento.

#### GRANITO

Bajo esta denominación se trata en este capítulo a las rocas ígneas y metamórficas que la Estadística Minera de la Nación incluye en los rubros "granitos en bloque", "granitos triturados" y "granito en otras formas".

En la región que nos ocupa, la producción de "granito triturado" es muy variable y en la mayoría de las provincias que la integran, los guarismos que registran son insignificantes y no mantienen continuidad, dependiendo de las obras civiles que se ejecutan en su territorio. Se aprovechan materiales de diversa naturaleza (rocas ígneas y metamórficas) que son utilizados preferentemente para el escollero de diques, para la elaboración de hormigón y como base y subbase de caminos. Consecuentemente la explotación es esporádica, muy dispersa, no registra verdaderas canteras.

En el período que media entre 1965 y 1978 la producción de "granito triturado" asciende según la Estadística Minera de la Nación, a 1.741.180 t, cifra que se discrimina de la siguiente manera: Catamarca 1.616.602; Jujuy 30.000; La Rioja 170; Salta 92.808 y Tucumán 1.600 t.

La Rioja se destaca por ser la única que abastece permanentemente, desde hace cuatro décadas, de bloques y bochones, de sus diversas canteras que se ubican preferentemente en la margen occidental de la sierra de Los Llanos.

Desde el punto de vista de su significado petrológico las rocas que se aprovechan no corresponden a materiales verdaderamente graníticos, sino que comprenden en casi su totalidad rocas básicas, especialmente gabros y dioritas hornbléndicas.

La producción de estos "granitos negros" es absorbida por el mercado nacional e internacional, revelando una constante demanda en sus tres últimos quinquenios. Por sus buenas características físicas y estéticas, son aprovechados como materiales de revestimiento y ornamentación mediante procesos industriales de corte y pulido que se realizan en aserraderos fuera de la provincia. Seguidamente se señalan las



cifras de la producción de granito en bloques y bochones registrados en los cuatro últimos quinquenios, en la provincia:

1960-1964 .....	679 t
1965-1969 .....	1.143 t
1970-1974 .....	1.148 t
1975-1979 .....	1.012 t

En la provincia de Salta existen diversos cuerpos de rocas ígneas y metamórficas que fueron motivo de aprovechamiento en breves períodos, especialmente en ámbito de la quebrada de Tastil, en el departamento de Rosario de Lerma.

#### LA RIOJA

Esta provincia tradicionalmente aporta al mercado nacional e internacional "granito negro" (dioritas y gabros hornbléndicos) como material de revestimiento y ornamentación luego de ser aserrado en chapas, pulidos y lustrados. Las canteras y pedimentos se localizan en distintos sitios de su territorio, preferentemente en la porción sur, en los faldeos occidentales de las sierras de Los Llanos, Malanzán y Chepes (dptos. Gral. Peñaloza, Facundo Quiroga y Gral. Ocampo); también se mencionan otras inactivas o con intentos de explotación en las estribaciones orientales de la sierra de Espinal y al sur del cerro Asperecito (dpto. Lamadrid), también en el faldeo occidental del Cordón del Paimán (dpto. Famatina) y en las sierras de Paganzo y Amaná (dpto. Patquía).

Desde hace cuatro décadas se viene explotando materiales ígneos, principalmente en los distritos conocidos como Alcázar y Punta de Los Llanos, en el departamento General Peñaloza, próximos a la Ruta Provincial n° 29. Según datos provenientes de la Estadística Minera de la Nación, entre los años 1957 y 1977 la provincia produjo 20.253 t de "granito" en bloques, en su mayor parte provenientes de los yacimientos Agua Negra, San Nicolás, San Luis, Santo Domingo y La Esperanza. Las canteras y pedimentos vigentes en el año 1979 superaban los 30 (fig. 35), sin embargo, en diciembre del citado año solamente registraban actividad las propiedades denominadas La Esperanza y Difunta Correa, cuya producción fue de 652 t, según datos aportados por la Dirección Provincial de Minería.

#### Distrito Alcázar y Punta de Los Llanos

Los yacimientos se distribuyen en forma saltuaria a lo largo de unos 30 km, desde el norte de la localidad de Alcázar hasta el sur de la población de Tama, en la ladera oeste de la sierra de Los Llanos y también en el interior de la misma, en este caso es sumamente difícil el acceso en vehículo automotor por carencia de caminos.

Las rocas que son motivo de explotación forman parte del basamento cristalino de las Sierras Pampeanas del sureste de la provincia que integran la denominada F. Tama. El "granito negro" aparece en afloramientos relacionados con las metamorfitas de la F. Olta, constituyendo cuerpos ovals o elipsoidales, en general pequeños, de 50 a 120 m de longitud. Se trata de rocas de grano mediano a grueso, de color gris oscuro, que se clasifican en su mayor parte, como dioritas y gabros hornbléndicos.

*La Esperanza:* Se localiza en el flanco occidental del Cordón Punta de Los Llanos, en el distrito Alcázar, departamento General A. V. Peñaloza. El acceso se realiza por la ruta provincial n° 29 hasta el km 22 y desde ese punto 5 km hacia el oriente.

En un área relativamente suave y en un ambiente geológico representado esencialmente por afloramientos de las F. Chepes y Olta, del basamento cristalino, esto es por filitas, tonalitas y granodioritas migmatíticas, el material que es objeto de explotación aparece como un cuerpo básico que se habría formado por diferenciación de un magma tonalítico granodiorítico, o por asimilación y reacción recíproca entre dicho magma y rocas básicas, ZUZEK, (1978).

Constituye un cuerpo ovoide de un diámetro del orden de los 100 m de longitud y unos 18 m de desnivel. Se trata de una diorita hornbléndica, de color gris oscuro, a veces con vénulas y manchas blancas, de grano mediano a grueso. Megascópicamente se observan plagioclasa en tablillas, hornblenda, láminas de biotita y finas venillas de cuarzo y/o plagioclasa que suelen distribuirse, en sectores, en forma homogénea. Las observaciones microscópicas de un corte delgado revela una textura granular subidiomorfa y una composición integrada esencialmente por plagioclasa, hornblenda, biotita y cantidades subordinadas de piroxeno y cuarzo. La plagioclasa es andesina media a alta, en tablillas cortas con maclado nítido, ocasionalmente alterada en calcita. El anfíbol se presenta en individuos irregulares, que suelen contener tablillas menores de plagioclasa, se muestra débilmente pleocroico. Las hojuelas de mica son de color verde, en parte se hallan cloritizadas. El piroxeno-hipersteno se observa en cristales pequeños agrupados en individuos anhedrales poco definidos.

En general la roca registra escasa alteración, lo que junto a la uniformidad de grano y ausencia de microfisuras, hacen que la misma sea apta para ser utilizada en revestimiento y otros usos.

En los 2-3 metros superiores de los afloramientos, el material ígneo se presenta algo alterado, fisurado y manchado; por debajo la roca fresca muestra diaclasamiento, cuyos planos más comunes acusan una orientación N 60-70° O con una inclinación 70° N y N-S con buzamientos de 75-80° E. Los bloques, cuya producción es esporádica, registran volúmenes de 3-4 m³.

El yacimiento que es trabajado en forma rudimentaria y discontinua, por J. Oyola, es propiedad de R. Marcili. El producido durante el año 1979 fue muy modesto, en el mes de noviembre del citado año, fecha en la que se visitó el área, la producción oscilaba en uno o dos bloques mensuales.

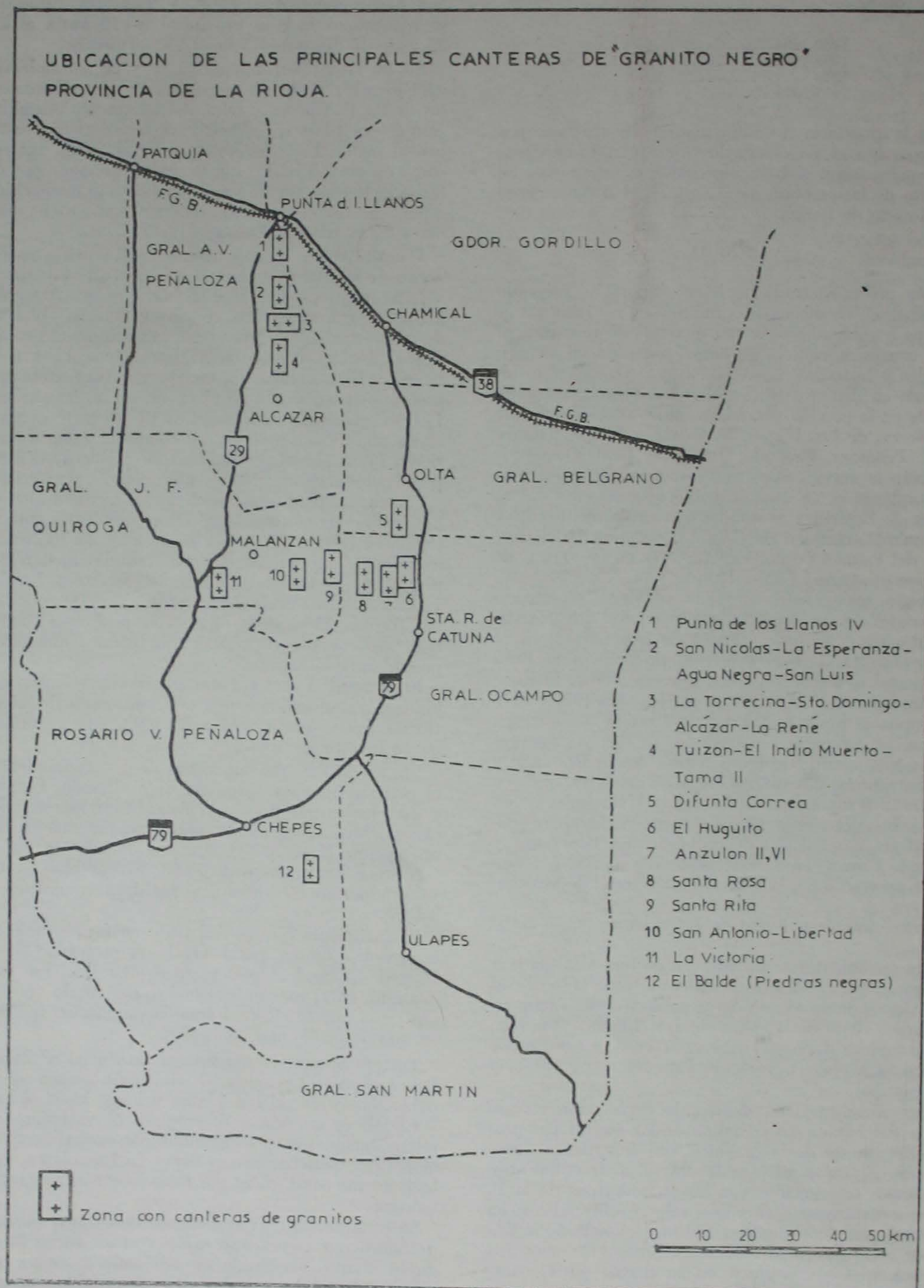
*Tuizon:* Se accede por la ruta provincial n° 28 debiéndose transitar unos 27 km hacia el sur de la población Punta de Los Llanos y luego hacia el este.

El relieve en donde se emplaza el yacimiento es relativamente suave, constituido por pequeñas elevaciones que pertenecen a la sierra de Los Llanos, geológicamente constituidas por rocas magmáticas y metamórficas.

Se trata de un cuerpo alargado de algunas decenas de metros en sentido este-oeste, con un ancho de algunos metros, mostrando un acunamiento en su porción occidental. La roca de color gris variable y de gra-



Fig. 35





no que oscila entre mediano a fino, según CASTAÑO (1969) muestra una composición diorítica-tonalítica.

El yacimiento en el pasado ha sido motivo de una pequeña explotación, observándose algunas labores abandonadas, según el citado autor en razón del escaso volumen de material aprovechable; la cantera carece de importancia económica.

**Difunta Correa:** Se ubica a unos 3 km al sureste de la cantera descripta anteriormente, con similar acceso.

Se trata de reventones con contornos irregulares de una roca gris oscura a negra que irrumpen en el basamento cristalino, presentando buenos desniveles para su explotación. En dichos asomos, con diámetros de 40 a 80 m se destacan dos frentes abiertos de escaso avance, actualmente abandonados, donde es factible proseguir con la extracción de bloques de buen tamaño.

La roca es fresca y homogénea, sin notables variaciones en su aspecto externo, de color gris oscuro a negro, holocristalina, de grano mediano con pequeñas variaciones de tamaño; se distingue a simple vista individuos claros de feldespato y oscuros de anfíbol y biotita.

El mineral opaco es relativamente abundante preferentemente disperso en la hornblenda.

El examen petrográfico de una muestra, permitió clasificar a la roca como diorita hornblendífera, evidencia una textura equigranular mediana, compuesta esencialmente por plagioclasa, hornblenda y biotita. La plagioclasa se encuentra inalterada y está constituida por tablillas subedrales, macladas preferentemente según albíta, también en cristales zonados con variación en su composición. La hornblenda, en cristales medianos, de color verde, suele mostrar zonación; la biotita es parda y en algunos casos registra reemplazo por clorita. Como minerales subordinados es de destacar el cuarzo que se presenta intersticialmente en individuos con extinción ondulante. El escaso feldespato potásico presente, se halla normalmente asociado a la plagioclasa y muestra incipiente sericitización. Es de destacar la presencia de pequeños individuos opacos (magnetita), eudrales a subedrales, incluidos principalmente en hornblenda.

En la porción central del cuerpo se registran dos cortes de explotación, en dos niveles, ambos con avance hacia el este, uno superior de 12 m de corrida, 8 de penetración y 9 de altura, y otro inferior de 6 m de altura, 7 de penetración y 8 de longitud. En los citados frentes es dable observar tres sistemas de diaclasas preponderantes, uno de rumbo NE-SO con buzamiento de 70-80° al NO; otro rumbo N-S e inclinación de 70° al O y un tercero E-O subvertical. Dichas fracturas distribuidas con escasa densidad, suelen encontrarse rellenas por plagioclasa a veces alterada superficialmente por calcita.

PASARELLO (1979), cubica para la cantera de referencia, 263.188 t como reservas positivas.

La propiedad, que pertenece a Marcili y Castro, es trabajada desde hace 10 años por la firma Carlos Campolongo; en diciembre de 1979 se trabajaba a un ritmo de unos 18 m<sup>3</sup> mensuales de bloques, cuyos volúmenes más frecuentes oscilan entre 3 y 5 m<sup>3</sup> cada uno. Además de la extracción en los propios frentes, eventualmente se formatizan grandes bloques sueltos

que se localizan en el área. Los bloques son remitidos a los aserraderos que posee la firma en la ciudad de Buenos Aires, donde se los prepara para su exportación y también para abastecer el mercado interno.

#### *Distrito Anzulón, Malanzán y Chepes*

El Plan La Rioja, del Servicio Minero Nacional, identificó y estudió diversos cuerpos ígneos solicitados por el Y.A.M.E.R.I. (Yacimientos Metalíferos Riojanos), en las Sierras de Los Llanos, de Malanzán, de Chepes y Ulapes, en los departamentos Gral. V. Peñaloza, Gral. J. E. Quiroga, Gral. Ocampo y Rosario V. Peñaloza.

Los principales cuerpos identificados se localizan en el área de influencia del Dique de Anzulón, en el faldeo oriental de la sierra de Los Llanos. Dichos afloramientos (Anzulón I y II), cuentan con dimensiones de hasta 500 m de longitud y 20 a 60 m de ancho. Se trata de rocas de composición tonalítica-granodiorítica, de textura mediana a fina y color gris oscuro.

En el área citada y a la altura del km 11½ de la ruta n° 79, fue localizado un cuerpo de apreciable volumen, con corrida superior a 500 m de longitud, desniveles de 30 a 60 y un ancho que oscila entre 20 y 60. Se registran bloques sueltos por causas del diaclasamiento de hasta 8 m<sup>3</sup>. La roca de textura granuda, se destaca por su coloración gris rosada a parda con "ojos" de color gris oscuro, como consecuencia de abundancias locales de biotita.

Al sur de la localidad de Chepes, en el faldeo occidental de la sierra de Ulapes, entre otros cuerpos considerados por el Plan La Rioja, se señalan algunos afloramientos saltuarios de composición gábrico hornblendífera con pasaje a norita hornblendífera, que pertenecen a la F. Chepes. Son afloramientos lenticulares y en general pequeños. Fueron solicitados por Y.A.M.E.R.I. como Canteras Piedras Negras-El Balde.

#### *Distrito Chañarmuyo-Campanas*

En el faldeo occidental del Cordón del Paimán, departamento Famatina, se mencionan diversos cuerpos gábricos, lenticulares, de la F. Antinaco. Dichos afloramientos son en general pequeños y de escaso interés económico.

El cuerpo de mayor significación, según ACEÑOLAZA (1969), corresponde al pedimento Santa Margarita, que se emplaza en el área conocida como El Rincón, a 3.200 m s.n.m., al noreste de la población de Chañarmuyo, con acceso por la ruta provincial n° 11.

Según el citado autor, se trata de dos afloramientos alargados en sentido meridional que se destacan por su coloración negro-verdoso del conjunto migmatítico-granítico precámbrico, así como por registrar "bloques" de 3 a 6 m<sup>3</sup> originados por meteorización según los planos de diaclasamiento. La roca se caracteriza macroscópicamente por su textura granuda hipidiomorfa y su color negro, distinguiéndose a simple vista hornblenda y plagioclasa, en individuos medianos, y eventualmente micas y cuarzo.

#### *Distrito Villa Castelli*

Según CASTAÑO (1968), en las proximidades de la localidad de Villa Castelli, en el departamento General



Lamadrid, se localizan varios cuerpos de pocos metros de largo hasta 200, de rumbo este-oeste, y anchos de hasta 60 m. Se trata de cuerpos ígneos intrusivos de composición diorita-gabro con pasajes a tonalita, que se alojan en el complejo migmatítico de la F. Espinal (Precámbrico).

Los "granitos" muestran una coloración que varía desde un negro intenso a pardo oscuro y violáceo. Se observa un diaclasamiento frecuente que afecta a la masa rocosa en diferentes direcciones y también suelen registrar intrusiones filonianas de cuarzo-pegmatita.

Según CASTAÑO (op. cit.), las canteras de mayor interés son las conocidas como Pedregal y Virgen del Carmen. La primera se localiza a 7 km al noroeste de Villa Castelli, en las estribaciones orientales de la sierra del Espinal; cuenta con un pequeño frente de cantera que arrojó en el año 1970 una producción de 31,5 t. La segunda se emplaza a 1 km al suroeste de la localidad citada, en la prolongación austral del cerro Asperecito; cuenta con reservas significativas, sin embargo en virtud del fuerte diaclasamiento y de las intrusiones cuarzo-pegmatíticas que la atraviesan, su explotación se vio dificultada hasta el presente.

#### *Distrito Patquía*

En el departamento Independencia, sobre la ruta provincial n° 26 que une Villa Unión con Patquía, a unos 60 km de esta última, en las inmediaciones de la población de La Torre, se localiza un amplio cuerpo básico, aparentemente intrusivo, clasificado como basalto olivínico. Dicho cuerpo suprayace a materiales permo-triásicos en la sierra de Paganzo.

Se trata de una roca de grano mediano a fino y escasos poros, que muestra buen pulimento y color gris oscuro, homogéneo. Se la observa diaclasada en diversos sistemas lo que posibilita solamente obtener bochones medianos. Ha sido motivo de un intento de explotación por la firma Geverovich Hnos., quien denominó al pedimento bajo el nombre de Cantera Victoria XXVIII.

El estudio petrográfico, de una sección delgada, de la roca, revela una textura subofítica, con abundantes tabillitas de plagioclasa (labradorita) rodeados de cristales de olivina y piroxenos.

#### S A L T A

#### *Santa Rosa de Tastil*

En las cercanías de esta localidad, situada en la quebrada de Tastil sobre la ruta nacional n° 51 en el departamento Rosario de Lerma, se emplazan materiales que fueron explotados como "granito negro".

El depósito, según PASQUIN (1974), asoma en el contacto con un granito rosado, presentando una forma elongada, con eje mayor de rumbo NE-SO, de 500 m de largo, un ancho aproximado de 250 m y una altura, desde su base, de 80 m. El material es una metamorfita (cornubianita cordierítica) de color gris oscuro a negro, grano fino, masiva, de aspecto fresco, con fractura concooidal a irregular; se halla afectada por tres sistemas de diaclasas: a) rumbo NE-SO, subvertical; b) NO-SE, con 70° al SO y c) N-S, con inclinación de 15° al E; estas se presentan espaciadas entre 0,5 y 2 metros.

Se han abierto tres canteras en distintos sectores del cuerpo, con dimensiones de entre 15 y 20 m de ancho, hasta 15 m de avance y 2 a 3 de altura. Dichas labores han registrado actividad durante un breve lapso de tiempo.

El autor mencionado cubica 1.700.000 t que podrían ser explotadas a cielo abierto.

#### MARMOL

Se agrupa en este capítulo a los materiales de naturaleza calcárea de muy variadas características, composición y origen, que son susceptibles de pulimento y de ser cortados en planchas, para su utilización en ornamentación (revestimiento de paredes, pisos, escaleras, etc.), en la preparación de mármoles reconstituídos, mosaicos, y en la elaboración de objetos de adorno (ceniceros, pisapapeles, etc.). La evolución de la producción de esos materiales en la región que nos ocupa y su relación con el producido nacional puede observarse en la Fig. 36.

Se incluyen en este rubro las rocas carbonáticas tales como calizas, dolomías, aragonita, ónix y travertino, materiales que reciben comercialmente en el mercado distintos nombres de acuerdo a su coloración, textura y estructura, por ejemplo mármol "azul cielo", "celestino andino", "verde arita", etc. En cuanto al tamaño, se los clasifica en "bloques", "bochones", "escallas" y "escallines". Los primeros, de mayores dimensiones, presentan tres caras que permiten la obtención de placas de buen tamaño; los bochones son trozos de rocas de formas irregulares que pueden tener dos planos definidos; de ellas se obtienen planchas menores normalmente aptas para la fabricación de mármoles reconstituídos, y las escallas y escallines corresponden a trozos de rocas más bien pequeñas y de formas irregulares que se obtienen generalmente cuando los frentes de explotación se hallan densamente diaclasados o durante el proceso de cortado y desbaste de los bloques y bochones. Si bien las provincias que integran la región del NOA cuentan con diversos tipos de rocas carbonáticas (cristalinas e hidatógenas), solamente se explotan como mármol el travertino, la aragonita y el ónix, todos de amplia distribución en el ámbito de la Puna y relacionados con la gran actividad volcánica ocurrida a fines del Terciario y principios del Cuaternario, durante la última fase del ciclo andino (Fig. 37).

Los depósitos de estos calcáreos se localizan en extensas zonas y ocupan una posición de cobertura rellenando paleorelieves plio-pleistocénicos. Se originan a partir de aguas termales bicarbonatadas con precipitación de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  por pérdida de presión de  $\text{CO}_2$ , como producto póstumo del vulcanismo. La deposición del carbonato de calcio al estado de ónix (normalmente de textura granuda), aragonita (fibrosa) y travertino (poroso), está supeditada a la naturaleza de las soluciones termales bicarbonatadas, a la variación de la temperatura de las mismas y a otras condiciones externas de precipitación.

El ónix es una roca constituida por calcita fibrosa de color blanco, verde claro hasta oscuro, azul, y otras coloraciones a veces con listones o "nubes" de colores más intensos, que otorgan una buena trama luego del pulimento y lustrado. Las diferentes tonalidades o co-



Fig. 36

GRAFICO DE PRODUCCION DE MARMOLES  
(ONIX- ARAGONITA-TRAVERTINO)  
( 1965 - 1979 )

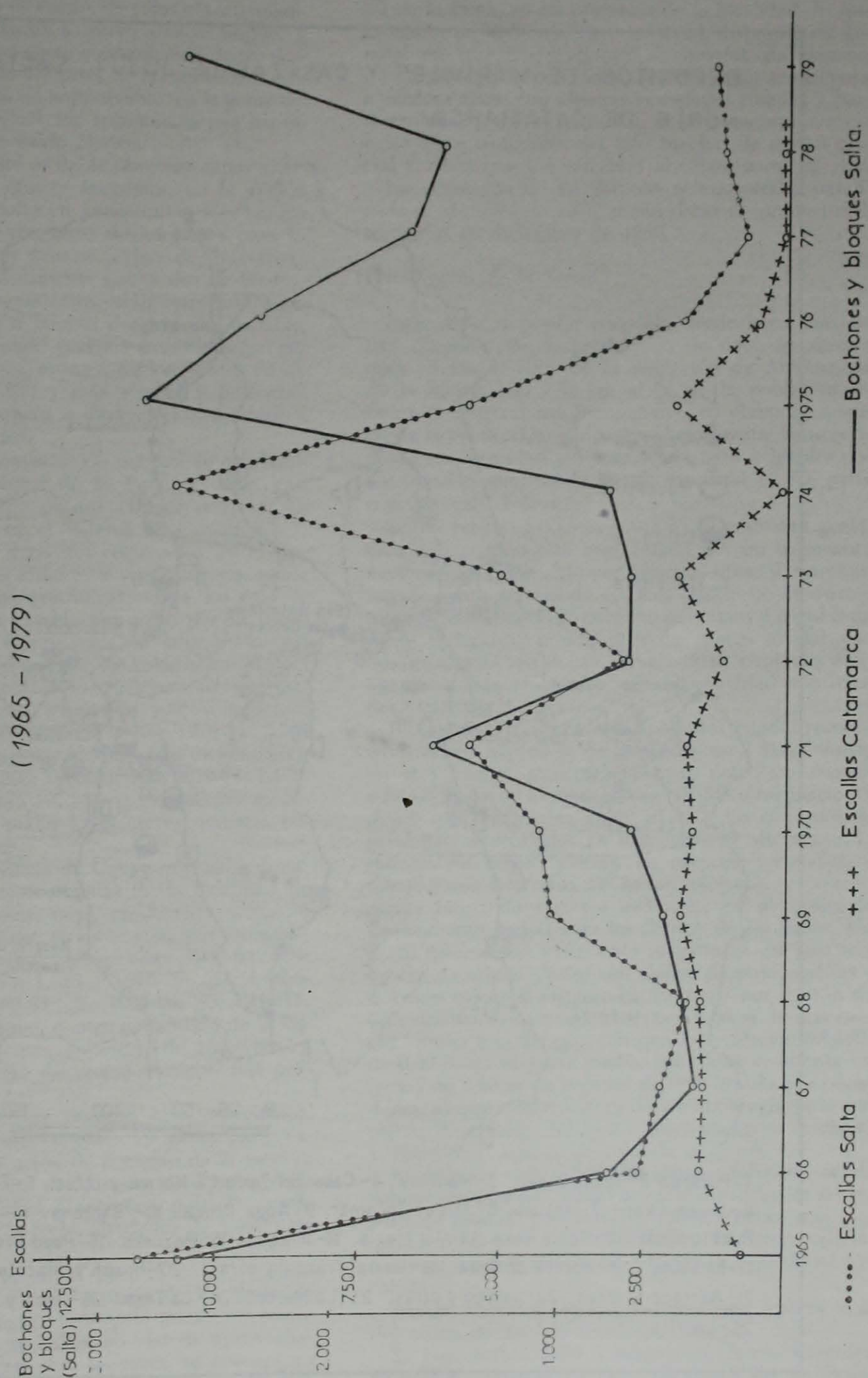
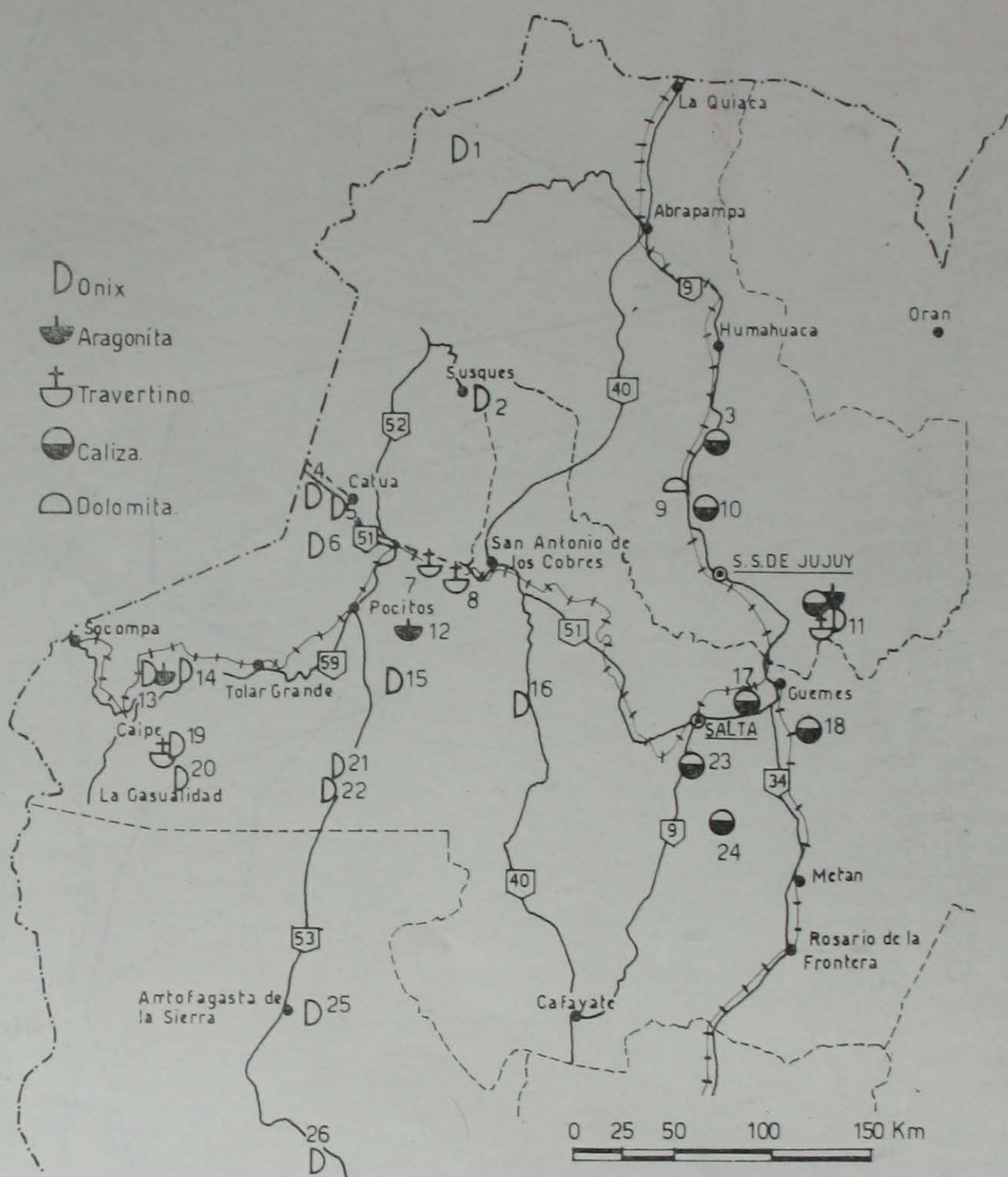




Fig. 37

# DEPOSITOS DE MARMOLES Y CALIZAS DE JUJUY, SALTA Y NORTE DE CATAMARCA.



- 1- Pucara. 2- Telar Cueva. 3- Maimará. 4- Casa del Zorro, La Norma y otras. 5- El Sol y otras. 6- Grupo León. 7- Antuco. 8- Nueva Tocomar. 9- Agua Chica. 10- Bárcena. 11- Sierra de Puesto Viejo. 12- Santa Rosa. 13- Tía María. 14- Dragón. 15- Pozuelos. 16- Pozo Bravo. 17- El Sauce. 18- Puerta de Anta. 19- Arita, Franca y otras. 20- Brach y Marito. 21- Adriana y otras. 22- Gallego y otras. 23- La Merced. 24- La Troja. 25- Inca y Mónica. 26- Laurita.



lores seguramente se deben a los contenidos variables de sales de hierro y de manganeso.

La aragonita corresponde a la variedad fibrosa y rómbica del carbonato de calcio, de color blanco, mientras que el travertino es un calcáreo a veces impuro y muy poroso, esto último como consecuencia de un desprendimiento rápido de los gases de las soluciones calcáreas. Su coloración oscila normalmente en la gama del amarillo y el pardo, coloración relacionada con los diferentes contenidos de óxido férrico.

En un mismo depósito es dable observar capas alternantes de travertino, ónix y aragonita; en la región que nos ocupa se reconocen yacimientos con bancos de ónix que alternan con otros de aragonita para finalmente concluir con gruesas capas de travertino. En otros se disponen solamente uno o dos de los materiales citados. Los yacimientos están constituidos generalmente por capas o bancos de posición variable, en algunos casos formando cuerpos mesetiformes (por ejemplo depósitos de travertino), de longitudes de algunas decenas hasta 200 y más metros y potencias, del conjunto de los bancos e intercalaciones estériles, de 2-3 y hasta 15 metros.

Los principales yacimientos de mármol se emplazan en la provincia geológica de la Puna, y otros, casi exclusivamente del tipo poroso (travertino), en las Sierras Subandinas y en el Sistema de Famatina.

Numerosos son los depósitos registrados en el primero de los ambientes citados, a veces estrechamente relacionados con rocas volcánicas, entre los que se destacan tanto por su producción como por su variedad de colores los de la provincia de Salta, en la cual su producido, según datos de la Estadística Minera de la República Argentina es el siguiente, expresado por toneladas y en promedios por quinquenio: escallas, 1960-64: 1.240; 1965-69: 4.400; 1970-74: 5.700 y 1975-79: 2.143; bochones y bloques (sin discriminar), 1955-59: 312; 1960-64: 305; 1965-69: 960; 1970-74: 1.125; en el último quinquenio 1975-79 la producción ascendió a 2.199 t, de las cuales 1.624 corresponden a bochones y 575 a bloques.

En cuanto a la provincia de Catamarca, cabe destacar los depósitos de las cercanías de la localidad de Antofagasta de la Sierra, cuya producción, según la Estadística Nacional fue, en promedio por quinquenio, en toneladas, la siguiente: escallas, 1960-64: 504; 1965-69: 1.400; 1970-74: 1.325 y 1975-79: 528; bochones, 1955-59: 210; 1960-64: 26; 1965-69: 35; 1970-74: 8 y 1975-79: 68. Asimismo, dentro del ámbito de la Puna, se mencionan además depósitos de travertino y ónix en territorio jujeño de escasa y esporádica producción.

Las Sierras Subandinas cuentan con yacimientos, principalmente travertínicos, como los ya en parte explotados para la fabricación de cemento de la cantera "El Sauce" (Salta) y los de la sierra de Puesto Viejo (Jujuy), que se asocian a aragonita y ónix, de donde se han extraído hasta la fecha alrededor de 1.400 t de bloques.

En el Sistema de Famatina, sobre el faldeo occidental de la sierra homónima, provincia de La Rioja, se emplazan depósitos de travertino, de grandes volúmenes, que actualmente se hallan en vías de aprovechamiento. Otros similares, pero menores, se encuentran en la ladera oriental de la Sierra de Velasco, en Sierras Pampeanas (ver capítulo de calizas y dolomías).

## CATAMARCA

En esta provincia se emplazan depósitos en el sector de la Puna, en las cercanías de la localidad de Antofagasta de la Sierra, cuyo material, dispuesto en general en bancos de algunos decímetros de espesor, está representado por "ónix" de coloración amarillenta a verdosa clara, con algunas variedades rosadas y hasta azuladas ("celestes andino"); se los encuentra intercalados entre materiales del tipo brechas de origen glacial y tobas que son referidos al Cuaternario inferior.

La extracción de los mismos se encontraba paralizada desde fines de 1978, según datos de productores, recogidos en diciembre de 1980.

### *Antofagasta de la Sierra*

**Inca:** Este depósito, conocido desde hace más de tres décadas por su producción de ónix, se sitúa a unos 16 km al ESE de la población de Antofagasta de la Sierra, sito 270 km al N de la población de Belén (departamento homónimo), en el borde oriental de la cuenca Carachipampa-Antofagasta. Se accede desde esa localidad por una senda para vehículos doble tracción que, desde la ruta nacional n° 53, parte con dirección Este.

Según JURADO MARRÓN (1978-a) el ambiente geológico de la región está conformado por un basamento metamórfico compuesto por pizarras, filitas y cuarcitas, intensamente deformado con una alineación de estructuras en dirección N-S, cubierto por conos y coladas de rocas andesíticas y depósitos de origen glacial con intercalaciones de rocas piroclásticas, conjunto éste, aparentemente sincrónico con la actividad volcánica del Cuaternario inferior.

El yacimiento, según el autor antes citado, reconocido en una superficie de alrededor de 2 Ha, consiste en dos bancos principales cuyas potencias oscilan entre 0,20 y 0,30 m, con rumbo NE-SO e inclinaciones desde subhorizontales a 30° al NO; los calcáreos se presentan intercalados en una sucesión alternante de estratos de origen glacial, de carácter torrencial, y tobas; estos depósitos se hallan plegados y comúnmente formando terrazas inclinadas en dirección de la pendiente regional en los flancos de los valles. Un perfil general del yacimiento muestra en su piso una brecha de origen glacial con clastos de metamorfitas y cemento calcáreo, seguido hacia arriba por 0,30 m de ónix masivo, al que se superponen 2,80 m de una brecha similar a la del piso con una intercalación tobácea de 0,30 m en su parte media; sobre ella se asienta un banco de 0,20 m de espesor de ónix listado con oquedades, al que siguen 1,90 m de brecha litoglaciaria con matrix de arenisca tobácea e intercalaciones calcáreas y, por último, 0,80 m de cubierta moderna.

El ónix de mejor calidad (banco inferior) es de coloración amarillo pálido a verde amarillento, de estructura masiva, con venillas que presentan una pigmentación debida a óxidos de hierro. El banco superior contiene muchas impurezas además de oquedades con calcita.

JURADO MARRÓN (op. cit.) estima una reserva total del orden de 250.000 toneladas.

Se han desarrollado 5 labores de forma irregular, alcanzando algunas de ellas un desarrollo de varias decenas de metros.



La concesión, que ocupa cerca de 50 Ha, figura a nombre de la firma Espinosa Hnos.; su explotación se inició en 1949 y fue paralizada en 1978; según fuentes de la Dirección Provincial de Minería de Catamarca produjo entre 1971 y 1977, 2.741 t entre escallas, bochones y bloques.

**Mónica:** Ubicada a 22 km al ESE de la localidad de Antofagasta de la Sierra, en el paraje conocido como Aguas Blancas. Su acceso se realiza de la misma forma que el descripto para la cantera anterior, de la cual dista unos 6 km al Este.

Según JURADO MARRÓN (1978-a) el ambiente geológico es similar al imperante en la cantera Inca, pudiéndose vincular ambos depósitos a una misma cuenca elongada en dirección E-O.

En el área existen tres depósitos en el ambiente metamórfico de la región conocidos, además de Mónica, con los nombres de La Curva y La Pepa, en los cuales existen varias labores. El depósito de Mónica está constituido por un banco de ónix de espesor variable entre 0,70 y 0,10 m, con rumbo NE-SO e inclinación de pocos grados al NO. En el perfil realizado por el autor citado se distingue, de arriba hacia abajo: 2,50 m de material coluvial; 2 m de una brecha friable y 2 m de aglomerado brechoso consolidado, al que siguen, 0,70 m de ónix masivo que descansa sobre un aglomerado.

El ónix, por lo general de estructura masiva, es de coloración verde amarillenta, presentándose también una variedad rosada, además de capitas alternantes de óxidos de hierro.

En la concesión, que registra 50 Ha, a nombre de los señores Néstor Marsili y Everardo Menegatti, el autor, considerando una superficie de 5 Ha, estima una reserva de alrededor de 80.000 t. Paralizada en 1978, según la Dirección Provincial de Minería de Catamarca, se registró entre 1971-1977 una producción de 7.384 t, entre escallas, bochones y bloques.

**Laurita:** Se ubica en el borde sudoriental de la Puna, al SE de la vega Pasto Ventura, en el departamento Tinogasta, alcanzándose desde la localidad de Antofagasta de la Sierra hacia el Sur (unos 100 km) o desde la población de Belén hacia el Norte (cerca de 170 km) por la ruta nacional n° 53. Desde Pasto Ventura parte una huella, para vehículos doble tracción, que conduce al yacimiento.

JURADO MARRÓN (1978-a) describe el cuadro geológico local como sigue: esquistos inyectados que constituyen los sectores más altos del relieve, cubiertos por depósitos litoglaciarios, dispuestos a modo de terraza e integrados por brechas de origen glacial, compactas, con clastos de metamorfitas y eventualmente vulcanitas, con intercalaciones calcáreas y sedimentitas pelíticas y piroclásticas; la cubierta moderna está representada por médanos, coluvio, etc.

El yacimiento está representado por un banco de ónix aflorante en una superficie reconocida de alrededor de 2 Ha, de rumbo preferentemente NE-SO y buzamiento suave tanto al NO como al SE, con potencia de 1,20 a 1,40 m que se intercala entre horizontes clásticos, piroclásticos y calcáreos impuros, mostrando el siguiente perfil de arriba hacia abajo:

- 4,00 m: sucesión de brechas y areniscas tobáceas, calizas impuras y yeso.
- 1,30 m: ónix listado hacia el techo y masivo hacia la base.

1,70 m: calizas impuras, con intercalaciones pelíticas y tobáceas.

0,20 m: pelitas oscuras.

1,00 m: brechas y areniscas tobáceas.

Piso: limo rojo, friable.

El material explotable es de color gris azulado, variedad conocida con el nombre de "Celeste Andino", y también se distinguen bancos verde-amarillentos; presenta estructura masiva en su fracción inferior (de 1 m de espesor aproximadamente); en la superior (0,20-0,40 m) muestra impurezas, oquedades y geodas con relleno calcítico.

## LA RIOJA

Los yacimientos de mármol travertínico con ónix de esta provincia se localizan en el departamento Gral. Lamadrid, al Este de la localidad de Villa Castelli, sobre el faldeo occidental de la Sierra de Famatina. Pueden diferenciarse dos sectores, a saber: el de la Quebrada de Agua Salada-Tres Cerritos y el de Cuchilla Negra-Potrero Grande.

### Agua Salada-Tres Cerritos

Esta zona comprende las canteras Providencia y El Milagro, situadas aproximadamente a 25 km al Este de Villa Castelli, medidos en línea recta, distantes 1.200 m una de otra. Las mismas son propiedad de la firma Productos Químicos Magio S.A. y se emplazan sobre ambas márgenes de la Quebrada de Agua Salada pero con mayor desarrollo en la derecha. Constituyen un relieve mesetiforme, con suave declive a occidente. Los materiales travertínicos se disponen discordantemente sobre el Ordovícico, representado por la F. Guacachico (TURNER, 1960); la secuencia se inicia con un conglomerado de base, piso del material explotable, continuándose con los bancos de travertino y ónix hacia arriba; con contactos graduales y potencias promedio de 2 metros.

BOIERO y CASTAÑO (1969) distinguen los siguientes tipos de mármol: Blanco-Marrón Crema, con bandas y nubosidades para Providencia y Travertino onizado, Onix sacaroide (verde pálido) y Onix boticcelli (verde bandeado) para El Milagro. Los citados autores estimaron 100.000 y 200.000 t de reserva para ambas canteras, respectivamente. Se podrían obtener bochones y bloques de hasta un metro cúbico.

### Cuchilla Negra-Potrero Grande

Este sector incluye las canteras Anita I, II y III, propiedad de la Cía. Minera Famatina S.R.L., localizadas en la falda oriental de la Cuchilla Negra, subparalela a la Sierra de Famatina. Para alcanzar el área desde Villa Castelli, se toma un camino minero al este que, tras recorrerlo por 47 km siguiendo la quebrada del río Potrero Grande, nos conduce al yacimiento. El relieve está conformado por fuertes desniveles, valles angostos y pronunciadas pendientes.

Esta zona ha sido relevada por LAVANDAIO (1973), quien describe el marco geológico; PADULA (1971) y CASTAÑO y RICCI (1972, 1974) efectúan estudios geológico-mineros acerca de estos depósitos.

Según LAVANDAIO (op. cit.) afloran en el área sedimentitas con rocas volcánicas asociadas, que por su



contenido fosilífero pueden asignarse al Ordovícico inferior a medio; intruidas por rocas graníticas de la F. Ñuñorco (Ordovícico superior- Devónico inferior) y depósitos de edad cuartaria, emplazados sobre la margen oriental del río mencionado, entre los que se incluyen material detrítico y los bancos travertínicos en cuestión.

CASTAÑO y RICCI (1974) han propuesto la denominación F. Potrero Grande para designar la unidad portadora de travertino. Esta se integraría con dos miembros, uno basal psefítico y otro calcáreo. El primero sin estratificación, con clastos subredondeados y de composición variada. El otro, formado por travertino onizado de color rosado a blanco amarillento, grano fino, medianamente cavernoso, aunque compacto en su conjunto, con espesores de hasta 2,5 m y por ónix verde pálido, de aspecto sacaróide, compacto, de 60-80 cm de potencia máxima, que se acuña lateralmente hasta desaparecer.

Los depósitos en estudio se emplazan a lo largo de 4 km sobre la margen izquierda del río Potrero Grande, constituyendo aparentemente el bloque hundido, a través de la zona de fractura por donde circula el citado curso.

Durante la visita realizada al área (julio 1980) se reconocieron las siguientes canteras, de Norte a Sur:

*Anita II:* o de Arriba, sita en la confluencia de los ríos Potrero Grande y Los Huesos. Representa una planchada de 0,5 Ha, con suave pendiente al SO, que yace discordantemente sobre rocas ordovícicas.

Se trata de dos niveles de travertino separado por ónix, que suprayacen al conglomerado basal. El ónix es verdoso, atravesado por guías blancas e irregulares de calcita; su potencia media es de 60 cm. Mientras el travertino es pardo, compacto y con espesores de 0,60 m para el banco inferior y de 2 m para el superior. El frente de la cantera es de 50 m, aproximadamente. No fueron determinadas sus reservas.

*Anita I:* o del Medio, se emplaza en las juntas de los ríos Potrero Grande y Guanacas Gordas, a una altura de 3.200 m s.n.m.

El cuerpo calcáreo adquiere un contorno trapezoidal en planta, ocupando una superficie de 3 Ha. con una elongación máxima de 450 m en sentido NE (Fig. 38).

Presenta un relieve mesetiforme, con bancos subhorizontales que yacen discordantemente sobre una fase psefítica, cementada por carbonato de calcio. Los bancos muestran potencias individuales de hasta 2,5 m; el espesor máximo del depósito es de 32 m, en el flanco oriental, aunque se puede considerar un promedio de 14 m para el yacimiento.

El material conocido como "travertino onizado", es rosado-blancuecino, con tintes rojizos; en general poco alterado, compacto pero con algunas oquedades rellenas por aragonita y manchadas por óxidos de hierro e intercalaciones de venillas de calcita blanco-amarillenta y ónix.

Existen niveles clásticos, fracciones areno-gravillosas, intercalados a distintas alturas dentro del depósito; en el sector SO se observan cavernas y grietas de disolución.

El yacimiento presenta varias labores: en el sector Sur cuatro, escalonadas en un desnivel de 15 m, siendo la de mayor dimensión la n° 3 (20 m de largo

por 3 de alto y 5 de avance al Este), mientras que la n° 4 se registra en la zona más afectada por diaclasas, de rumbo N-S y subverticales. Se obtuvieron bloques de 2,30 x 1,25 x 0,90 m —mayores— y 1,10 x 1,00 x 0,70 m —menores—; se registran 250 t de bloques ya formatizados.

CASTAÑO y RICCI (op. cit.) cubicaron 800.000 t de reserva.

*Anita III:* o de Abajo, se sitúa 2,7 km al Sur de la anterior; ocupa una superficie de 17.000 m<sup>2</sup>. Presenta tres niveles mesetiformes con inclinación al SO. El intermedio es el de mayor desarrollo; consiste en bancos de hasta 2,4 m de travertino rosado en superficie fresca y pardo amarillento en sectores alterados, con intercalaciones de ónix de coloración verde y 80 cm de potencia. No se establecieron reservas.

En cuanto a la génesis de estos depósitos se piensa que se trata de soluciones bicarbonatadas que circularon de N a S a través de la zona de fractura, precipitando el carbonato de calcio.

Según los datos proporcionados por la empresa, la producción prevista sería de 3.000 t mensuales, que se destinaría preferentemente para revestimientos exteriores, pisos, etc., en la industria de la construcción.

## JUJUY

Los depósitos que se localizan en el ámbito de esta provincia corresponden a dos regiones morfoestructurales distintas: por un lado la de la Puna, en donde se presentan a modo de bancos o lentes de espesores muy variables, ya sea en una brecha con cemento calcáreo de edad cuartaria (Pucará) o entre sedimentitas ordovícicas y vulcanitas terciarias (Telar Cueva), constituidos por travertino masivo o poroso y ónix verde. Por otro lado, en las Sierras Subandinas (Sierra de Puesto Viejo), se disponen a modo de terrazas o pequeñas mesetas, depósitos travertínicos con aragonita y ónix de tonos verdosos intercalados, producto de la depositación de aguas bicarbonatadas.

Si bien la explotación de estos materiales se registra desde hace mucho tiempo, en la época de este estudio se explotaban principalmente como materia prima para la fabricación de cemento y sólo se extraían algunos bochones en la primera de las canteras citadas.

### Sierra de Puesto Viejo

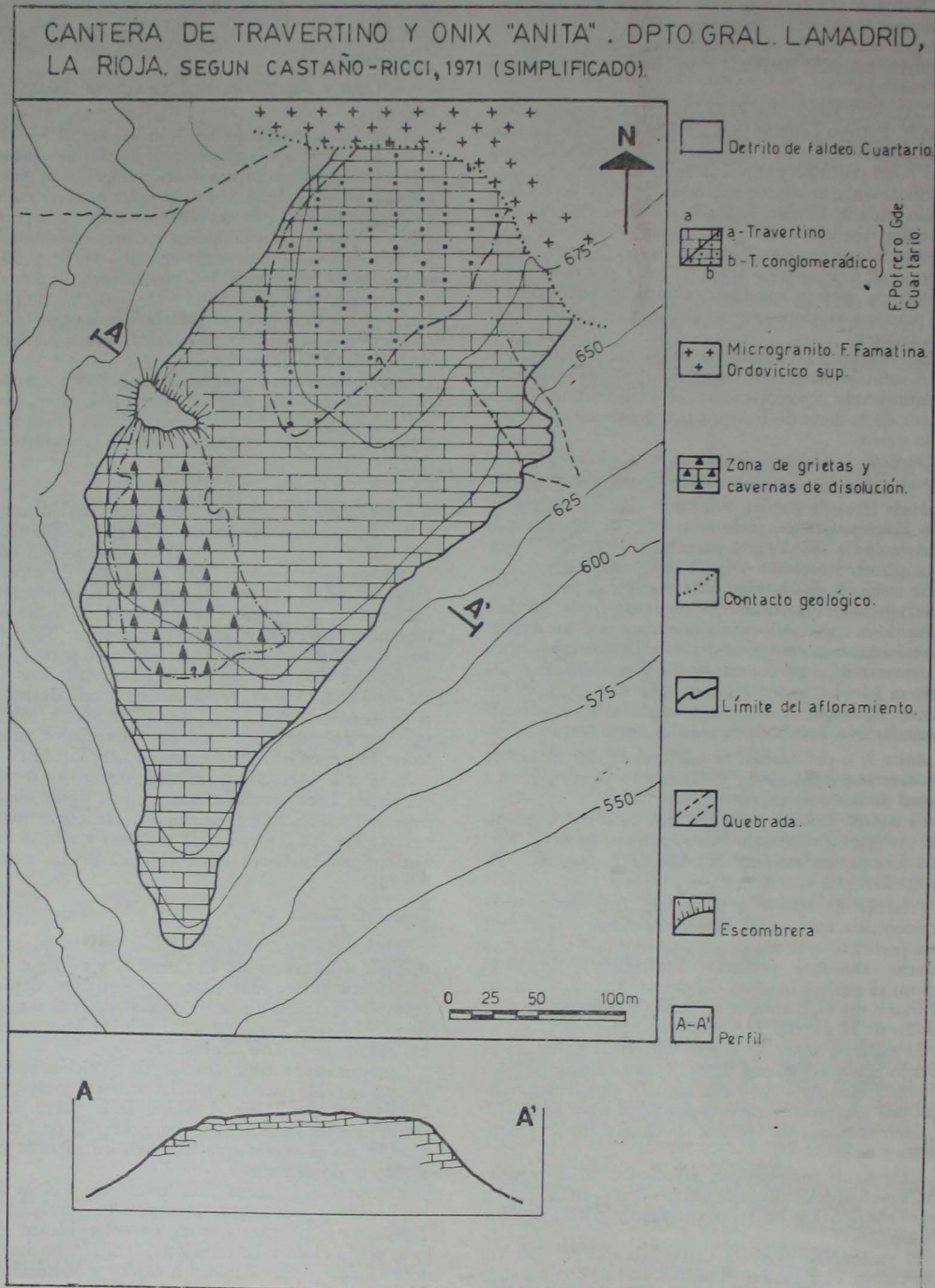
Bordeando por el este y oeste la serranía del epígrafe (departamento El Carmen) y en algunos casos en sus partes más altas, se distribuyen depósitos calcáreos del tipo travertínico con aragonita y ónix, que sobreyacen por lo general a las calizas y areniscas calcáreas de la F. Yacoraite.

Conforman cuerpos gruesos de posición variable, frecuentemente como pequeñas mesetas y terrazas a distintos niveles sobre el faldeo de la sierra. Individualmente los bancos presentan potencias de 1 a 2 m, totalizando paquetes que alcanzan en algunos casos a 20 m de espesor.

El travertino, poroso y de color pardo claro a oscuro, alterna con capas de aragonita, formadas por bandas de estructura fibrosa, de color blanco grisáceo, verde claro y hasta celeste; también las hay con tonalidades pardas debidas a óxidos e hidróxidos de hierro.



Fig. 38





El origen de estos calcáreos se atribuye a aguas bicarbonatadas que en su ascenso disolvieron el carbonato presente en la F. Yacoraite, depositándolo luego al estado de aragonita y travertino. Se conocen algunas manifestaciones póstumas de esta actividad termal como ser en Agua Salada, La Palangana, Aguas Calientes, sito en diversos lugares de la sierra en cuestión.

La explotación de estas rocas es de vieja data y su utilización era principalmente para la fabricación de cal, consumidas por los ingenios de la región y ocasionalmente se extraían bloques para ornamentación; en la actualidad se explotan para la fabricación de cemento (cantera El Toba) (ver capítulo de caliza y dolomita).

**San Juancito:** a unos 10 km al SE de esta población, en las cercanías del puesto La Palangana y en la parte alta de una pequeña elevación, existe una vieja cantera abandonada en donde se explotaba aragonita en bloques; un corte de la misma presenta bancos de aragonita rojiza, de un espesor de 1 a 2 m, acompañados por otros de travertino de igual coloración.

**Cabeza de Toba:** distante 14 km al SE de la localidad de San Juancito, y en el pie sudoriental de la serranía de Puesto Viejo, se ubica una elevación aislada de unos 40 m de altura que en su parte más alta tiene una plataforma de 90 m de largo por 70 de ancho en cuya fracción septentrional se encuentra la cantera. Según AHLFELD (1948, pág. 51-53) el perfil de arriba hacia abajo es el siguiente:

- 2 - 4 m: Capa de travertino.
- 1 - 2 m: Capas de ónix cavernoso y sucio, de color verde claro a amarillo oscuro.
- 0,40 - 0,60 m: Banco de ónix blanco (fue explotado).
- 0,35 - 0,55 m: Capa de ónix verde intenso en sus primeros 25 cm y hacia abajo, aragonita de fibra larga blanca a gris perla.
- 0,40 - 0,70 m: Capa de ónix color verde botella que pasa hacia abajo a uno de color verde claro (se explotaba en esa época).

Las capas por lo general, tienen formas lenticulares y el material útil es compacto, sin fisuras ni rajaduras y adquiere buen pulimento.

#### *Pucará*

Se sitúa a unos 140 km al ONO de la localidad de Abra Pampa, en el distrito minero Cusi-Cusi, departamento Santa Catalina; su acceso desde esa población se realiza a través del camino que lleva a mina "Piriquitas", desviándose luego por el camino a la localidad de Cusi-Cusi hasta el empalme que conduce a Loma Blanca; desde allí deben seguirse 19 km, hacia el Oeste, hasta el campamento y 6 km más hasta el yacimiento propiamente dicho.

El relieve del área se caracteriza por una serie de lomadas altas con algunas elevaciones sobresalientes, en algunos casos de paredes verticales.

Según LIZARRAGA (1974), un conglomerado en parte brechoso, con cemento calcáreo, que cubre cuerpos andesíticos mantiformes del Cuartario, en un ambiente constituido por sedimentitas terciarias, es portador de bancos de travertino y ónix. Tanto las vulcanitas como

los depósitos calcáreos fueron afectados por movimientos tectónicos que les ocasionaron un cierto diaclasamiento.

Siguiendo al autor antes citado, el yacimiento está constituido por una serie de bancos de travertino y ónix con intercalaciones de conglomerados brechosos con cemento calcáreo, aflorantes en un farallón de 350 m de largo en sentido ENE y una altura máxima de 15 m; los bancos tienen rumbos que van de N 52° E a N 60° O e inclinaciones de 6 a 12° en dirección Oeste, hasta horizontales; los travertínicos presentan potencias no uniformes que llegan a 10 m como máximo y 0,20 m como mínimo; el material es de color amarillo limón a pardo amarillento, con estructura bandeada y cavidades rellenas por calcita; los bancos de ónix, también con potencias no uniformes, alcanzan los 10 m, aunque varían por lo general entre 2 y 6 m; asimismo los hay de 0,30 a 0,90 m y guías de pocos centímetros que se intercalan en el conglomerado y travertino; el material presenta coloraciones verdosas (verde esmeralda), blanquecinas, rosadas, en algunos casos con guías pardo rojizas, por lo general masivo, pero suele presentar en menor proporción oquedades con relleno calcítico.

Las reservas cubricadas por LIZARRAGA (op. cit.) para este yacimiento, ascienden a 23.840 t de material positivo y 7.152 t inferidas; mientras que GALLINO (1972) le asigna 16.000 toneladas.

Existen 4 labores a cielo abierto, una en el sector NE del afloramiento, de 25 m de largo, 5 de ancho y 2 a 4 de desnivel, y 3 en el sector SO, con longitudes de 19 a 14 m, 4 a 12 de anchos máximos y 2 a 5 m de desnivel; estas últimas realizadas con el fin de cortar los bancos de ónix de posición inferior.

La explotación de esta cantera, que comenzó en 1958 y se continuó en forma muy esporádica, estuvo a cargo de su propietario, el Sr. Arturo Gavilá y su producción alcanzó, a la época del estudio al que se hizo referencia, a 360 t de bochones de distintos tamaños, aparte de la escalla, la cual no fue comercializada.

#### *Telar Cueva o Cueva del Tigre*

Esta concesión,, propiedad del Sr. Ilarion Vázquez, se encuentra ubicada a pocos kilómetros al SE de la localidad de Susques, en el departamento homónimo, accediéndose desde allí por el camino que conduce al río de Las Burras por 6 km, y luego unos 4 hacia el Este.

Según TUTTOLOMONDO (1970), se emplaza en un relieve de suaves lomadas, geológicamente constituido por areniscas y lutitas gris verdosas de edad ordovícica, cubierto discordantemente por hasta 30 m de andesitas terciarias gris claras a las que sobreyacen terrenos modernos inconsolidados.

El depósito calcáreo, conformando una lente de 230 m de largo que alcanza los 3 m de espesor, se ubica entre los terrenos ordovícicos y las andesitas; un perfil de la misma está constituido por 1,50 m de travertino poroso, con cavidades de disolución, seguido hacia arriba por 0,30 m de travertino masivo, coronado por 1 m de material similar al del nivel inferior.

El travertino posee una coloración verdosa, es blando y presenta estructura bandeada.

Según el autor citado, las reservas probables, con una recuperación del 80 % llegarían a 5.200 t de mate-



rial poroso y algo más de 1.000 t del masivo, parte de las cuales se podrían extraer en forma de bloques.

### SALTA

Constituye el principal centro productor de mármol (principalmente ónix) de la región del NOA, compitiendo a nivel nacional con otras provincias, clásicas productoras de estas rocas carbonáticas, tales como San Luis y Mendoza.

Su material posee una gran gama de coloraciones, por lo cual se conocen numerosas variedades de distintas denominaciones, como ser: "verde arita", "verde mundial", "verde esmeralda", "inca", "crema", "rojo tolar", "rojo divino" y "azul cielo", que responden a calcáreos del tipo ónix, con intercalaciones aragoníticas, en general de buena calidad en cuanto al brillo que adquieren. Raramente se los obtiene del tamaño "bloques", salvo en las canteras del área de Huaytiquina, extrayéndose preferentemente "escallas" y "escallines", materiales estos últimos que, triturados, se utilizan como "granulados".

La gran mayoría de los depósitos se localizan en la provincia geológica de la Puna, en donde es dable considerar tres zonas principales de explotación: la de Arita, situada al S del salar de Arizaro, la del Grupo León, al SE del cerro Rincón y la de Huaytiquina, cercana al límite con la República de Chile, al S de la ruta nacional n° 51 (ver Fig. 37). En general puede señalarse que se trata de cuerpos de formas esencialmente tabulares, con espesores que fluctúan entre 0,5 y algo más de 1 m, asociados a distintos tipos de materiales volcánicos, principalmente tobáceos, a conglomerados y brechas calcáreas y a material travertínico denominado "caliche", de edad terciaria a cuartaria.

Los primeros datos de producción, según la Estadística Minera de la República Argentina, datan de 1948, como provenientes de canteras del área de Tocomar; posteriormente comienzan las explotaciones de la zona de Arita, con la cual se inicia el incremento de la producción provincial, y luego las de Huaytiquina, primero por aragonita y después por bloques.

#### Arita

El lugar conocido con este nombre se halla ubicado al Este del cerro homónimo, en las primeras serranías que cierran en su extremo Sur al Salar de Arizaro y a 75 km al SO de la localidad y estación (FGB) de Tolar Grande, en el departamento Los Andes. El acceso desde la estación citada se realiza siguiendo 15 km hacia el O por la ruta nacional n° 59, y luego al SSO por un camino de 60 km que cruza el salar de Arizaro y conduce al campamento principal, de donde la labor más austral se encuentra a 7 km. En el área se ubican varias canteras; entre ellas, y divididas en dos grupos, se pueden citar Arita y Franca en las que predomina el ónix de tonos verdosos: "Verde Arita" y "Verde Mundial", y a 5 km hacia el SSO, Brach, Marito y José Nioi, donde se extraen los de tonos rojizos: "Rojo Divino" y "Rojo Tolar".

Topográficamente el relieve de la región se caracteriza por ser suavemente ondulado, con pendiente hacia el salar, del cual emergen algunas crestas y montículos. Su geología está representada por un plutón de composición granítico-granodiorítica, que corresponde

a la F. Arita, a la cual se le asigna una edad carbónica (MÉNDEZ *et al.*, 1979), además de cuerpos andesítico-dacíticos, tobas y brechas tobáceas de esa composición, que corresponden al Terciario-Cuartario, calizas hidatogénicas, coladas y diques basálticos cuartarios y por último los sedimentos y evaporitas que rellenan el salar y los materiales sueltos de ladera.

El mármol, que es el material explotable en esa región, se presenta a modo de mantos con intercalaciones tobáceas y como cuerpos vetiformes emplazados tanto en la roca plutónica como en las volcánicas, siendo probable que pertenezcan a dos generaciones: la primera, la más antigua, contiene preferentemente los de tonalidades verdosas y en la segunda predominan los de tonos rojizos; en su composición interviene la aragonita de fibras de longitud variable y el "ónix" dispuestos generalmente en capas.

**Arita:** Esta cantera, empadronada a nombre del Sr. José M. Cvitanic, que cubre 50 Ha y que se ubica en el sector más septentrional del paraje homónimo y a unos 1.500 m al S del campamento ya citado, fue explotada en una época con gran actividad.

En ella el mármol se encuentra en bancos de espesor variable y posición subhorizontal con suaves inclinaciones en todas direcciones; por encima se presentan tobas y tobas brechosas rosadas de 2 m y más de espesor, mostrando en algunos casos acunamientos al ser cortadas por carbonatos y sobre éstas suele apreciarse una toba gruesa grisácea con clastos mayores redondeados; ambos materiales suprayacentes se presentan cortados por venas y venillas de aragonita y ónix.

El calcáreo presenta un bandeo fino, en capas de 1 a 5 cm de ónix verde claro, ónix grisáceo, aragonita de fibra larga, parda clara, y aragonita blanca, en proporciones variables, el cual, cuando predomina el ónix verde se denomina "Verde Arita"; existe también otra variedad, aunque no explotada, llamada "ónix naranja"; muestra esa coloración en fractura fresca pero palidece con el tiempo.

En el frente norte de la concesión, la cual cubre 1.000 m en sentido N-S por 500 m de ancho, según datos recogidos en el yacimiento se extrajeron en la época en que se comenzó a trabajar (alrededor de 1950), bloques de más de 10 toneladas.

La empresa Verde Onix S.C.A., última arrendataria del depósito, paralizó su actividad en el mismo a partir del año 1975.

**Franca:** Concesión que figura en el Padrón Minero a nombre del Sr. José C. Nioi y es colindante hacia el S con la cantera Arita.

Su yacimiento lo constituye un manto subhorizontal, visible por laboreos en distintos puntos en una longitud aproximada de 350 m en sentido N-S y un ancho de 100-150 m, con espesor máximo reconocido de 3,5 m; en el frente de explotación activo, desde abajo hacia arriba, se pueden distinguir: 0,20 m de ónix verde claro que se continúa en el piso de la labor; siguen 0,70 m de capas de aragonita en fibras largas de color pardo claro, principalmente, y blanquecina; luego, 0,50-0,70 m de bandas de 10 a 20 cm de espesor de ónix verde claro y aragonita parda clara, con algunas intercalaciones, preferentemente en su techo, de capas y lentes de toba rosa pálido; arriba se continúa con 1,80 m de ónix verde claro con escasas



intercalaciones de aragonita y material tobáceo; culmina esta sucesión con tobas rosadas que llevan abundantes venillas de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . Los carbonatos presentes suelen mostrar cavidades tapizadas por aragonita y calcita, a su vez que la aragonita muestra estructura fibroradiada y capas de formas mamelonares. Debido a la fracturación y forma de separarse del material no se podían extraer, al momento de la visita, bloques ni bochones grandes, predominando la extracción de escallas.

La labor principal es de forma irregular de rumbo general N-S con 120-150 m de largo y hasta 50 m de ancho máximo en el sector norte y alturas de 1,5 a 3,5 m, con varios frentes de arranque; existen otras labores menores e inactivas distribuidas en un área de unas 5-6 Ha.

La variedad de ónix que se aprovecha es conocida como "Verde Arita", de tono claro, aunque suele encontrarse en algunos sectores el de coloración verde oscuro denominado "Verde Mundial".

La empresa Espinosa Hermanos explotaba, en noviembre de 1980, a razón de 30 t mensuales de bochones, de alrededor de 70-100 kg cada uno, y unas 120 t/mes de escallas, producción que era transportada a la estación Tolar Grande (FGB) y de allí hasta la ciudad de Salta para su comercialización.

**Brach:** Esta concesión, a nombre de la empresa Verde Onix S.C.A., cubre 47 Ha y se encuentra ubicada a unos 5 km al SE de la cantera Franca.

Se distinguen en ella 2 sectores con características y materiales similares, aunque distintas variedades de mármol: uno situado en la parte SE con los frentes denominados María Rosa y Caro, y el otro a unos 1.200 m al NO, en donde se halla el frente Rojo.

**Frente María Rosa:** el yacimiento en este sector está constituido por un cuerpo vetiforme de rumbo general N-S e inclinación de  $35-50^\circ$  E, con una potencia promedio de 1 m, al que se lo puede seguir, en labores, en un total de 120 m; su roca de caja es una granodiorita de grano fino y coloración rosada que conforma un encape en el frente de explotación de 1,5 a 2 m, aumentando considerablemente hacia el E debido a la inclinación de la veta, y que se presenta atravesada por finas venillas de carbonatos; en otros sectores presenta un intenso diaclasamiento con relleno secundario de yeso.

El material explotado presenta bandeamiento plano, hasta curvo e irregular; está compuesto por capas de color blanquecino-amarillento de aragonita fibrosa, que alternan con carbonatos grises a negros de pocos mm de espesor y otras de ónix de grano fino, aunque suele mostrar su textura fibrosa, de color caramelo rojizo a rojizo de 10 a 15 cm de espesor, pudiendo el conjunto presentar geodas; este material es conocido con el nombre de "Rojo Divino" y se pueden obtener fragmentos preferentemente del tamaño de escallas y en algunos casos bochones chicos.

Se lo trabajó en una labor principal tipo trinchera de 35-40 m de largo que sigue el rumbo del cuerpo, de 1,5 a 2,5 m de ancho y altura de hasta 2,5 m que se continúa en otras labores similares hacia el Norte, totalizando unos 120 m y otras pequeñas de distribución irregular.

Directamente al O y colindante con el frente en cuestión, se hallan las pequeñas labores de la cantera

del Sr. José Nioi, cuyo yacimiento presenta características semejantes a las descriptas.

**Frente Caro:** ubicado a 400 m al ENE del anterior, presenta muchas similitudes en cuanto a variedad de mármol y potencia del cuerpo; su depósito es tabular de rumbo NO-SE e inclinación de  $35-50^\circ$  al NE; la roca encajante la constituye una brecha con clastos de granodiorita y matrix tobácea con intercalaciones preferentemente lenticulares de una toba gris, que apoya discordantemente sobre una granodiorita rosada de grano mediano. El material calcáreo corta a todas estas rocas y en algunos casos engloba trozos de las mismas; asociado a él aparece un pequeño cuerpo tabular de óxidos de manganeso (psilomelano).

El frente de explotación es una trinchera que sigue el banco de ónix saltuariamente en unos 60 m, con anchos y altos variables, aunque siempre de reducidas dimensiones.

**Frente Rojo:** ubicado en el sector ONO de la concesión, dista unos 1.200 m en línea recta de los anteriores; en él puede observarse una vulcanita gris rosada, afanítica, cubierta por una toba conglomerádica gris parda clara que muestra cierta estratificación, ocasionalmente oblicua; entre ambas rocas puede reconocerse en algunos sectores una brecha rosada con matrix tobácea y clastos de vulcanitas.

El cuerpo carbonático, más o menos tabular, se dispone subhorizontalmente en capas de 10 a 40 cm de espesor mostrando, en un frente de explotación, un perfil de 2 m con una base de 0,30 m de ónix y hacia arriba otras menores intercaladas según la estratificación de la toba conglomerádica; también se lo observa cortando a la vulcanita y hasta cementando sectores brechados de la misma.

El material, denominando comercialmente como variedad "Rojo Tolar", es vetado, con delgadas capas de 2 a 5 mm de aragonita blanquecina, capitas probablemente con abundantes óxidos de manganeso de color gris y otras de 3-5 a 10 cm de ónix de color caramelo rojizo con algunas tonalidades pardo oscuras.

Dadas las características de abundante fracturación irregular existentes en este frente, los fragmentos predominantes que se extraen son del tamaño escalla y algunos bochones pequeños.

En este frente se han efectuado varias labores tipo trincheras de dimensiones variables, en una superficie de unos 130 m en sentido N-S por 60-70 m perpendicularmente. Hacia el Sur se ubican los trabajos correspondientes a la cantera Marito.

En la época en que se visitó este yacimiento, noviembre de 1980, la empresa Verde Onix S.C.A. paralizaba su actividad en todo el ámbito de la cantera, procediéndose a transportar el material extraído y acumulado en cancha hasta la estación Tolar Grande para su posterior traslado a la ciudad de Salta y otros centros consumidores.

**Marito:** Vecina a la cantera Brach (Frente Rojo), las rocas que afloran en el área de este depósito son la granodiorita rosada a rojiza, de grano medio, cubierta en neta discordancia erosiva por una brecha con matrix tobácea y clastos de granodiorita y otros tipos litológicos.

El material calcáreo se presenta en un cuerpo tabular de rumbo general E-O de  $10-20^\circ$  de inclinación al Norte, que pasa a subhorizontal en algunos sectores y a irregular en otros, de una potencia visible



de 0,7-0,8 m; su techo hacia el O es la brecha nombrada y hacia el Este sus dos hastiales son de granodiorita.

La variedad de ónix que se explota es la llamada "Rojo Tolar", que presenta las características descriptas para el de la cantera Brach.

El frente de explotación lo constituye una trinchera de 70-80 m de largo en el sentido del rumbo del banco, 1,5 a 3-4 m de alto, que culmina hacia el E con una labor subelíptica de 10 m de largo, 6 de ancho y una altura media de 1 m; otras trincheras menores y paralizadas en el momento de la visita han sido abiertas en varios sectores de la concesión.

La producción, en noviembre de 1980, era escasa y la misma consistía en escallas principalmente y bochones de hasta 90 kg, material extraído por su concesionario el Sr. Ramón H. Moya, y transportado hasta la estación Tolar Grande, desde donde se embarcaba a los centros de consumo.

#### *Pampa Onix*

*Tía María:* Se emplaza en el paraje arriba citado, sito a 15 km en línea recta al SO de la estación Taca-Taca (FGB), en el departamento Los Andes. Se alcanza desde la población de Tolar Grande por la ruta nacional n° 59, hacia el O; pasando el acceso a la estación nombrada, unos 15 km, se desvía hacia el N por una huella de 8 km hasta el yacimiento.

El depósito se ubica en la parte alta y media de una amplia quebrada de lecho ondulado y pendiente hacia el S, enmarcada por serranías de cumbre abrupta.

Geológicamente en el área se observan algunos asomos, en las partes altas de los cerros, de rocas graníticas gris rosadas, y tobos y brechas asociadas a las calizas hidatogénicas en la quebrada; entre las rocas piroclásticas cabe citar una brecha con clastos de vulcanitas rojizas y rocas graníticas, llegando éstas a constituir grandes bloques, con matrix tobácea de coloración parda; esta brecha está cubierta por una toba gris blanquecina con pequeños clastos redondeados de rocas afaníticas. En el sector NE mediante falla aflora un granito gris rosado, de grano mediano, y un dique andesítico verdoso que lo atraviesa.

El material calcáreo se presenta como venillas y venas de 15 a 20 cm de potencia, cortando a los materiales piroclásticos, de posición subhorizontal con leves inclinaciones en todas direcciones, pero regional hacia el SSE. Se caracteriza por su bandeamiento de aragonita blanca, pardo amarillenta y hasta rojiza, coloración dada por óxidos de hierro, entre la que se observan capas de 2 a 10 cm de ónix de una vistosa coloración verde botella, conocido como "ónix esmeralda", el cual, según personal de la cantera, llegaba a alcanzar los 0,40 m de potencia. En algunos destapes efectuados a unos 1.000 m hacia el S y otro a 1.500 m al SSE del laboreo principal, se observaron bancos de 1 m de espesor de aragonita blanco amarillenta con ónix verde pálido, amarillento y caramelo.

El laboreo principal se extiende en dirección NO-SE en unos 150 m de largo y 15 a 20 de ancho; se trata de varios frentes irregulares de 10 a 20 m de largo por 2 a 5 m de ancho y alturas muy variables.

Esta cantera, paralizada en el año 1978, era explotada por la Sra. Ana viuda de Cvitanic, extrayendo escallas y algunos pequeños bochones de gran requerimiento en el mercado.

#### *Alto Tocomar*

*Nueva Tocomar:* Esta cantera de ónix y travertino, propiedad del Sr. Jorge Robles, se sitúa en el departamento Los Andes. Dista 37 km al O de San Antonio de Los Cobres y 23 de Olacapato. Se accede por la ruta nacional n° 51 hasta Alto Tocomar —puesto de Vialidad Nacional— y desde allí a unos 100 m se emplaza el yacimiento.

Se localiza en el ambiente geológico de Puna, asociada a rocas dacíticas y tobos de edad terciaria. Los bancos del material explotable presentan un rumbo E-O e inclinan 25° N aflorando por unos 150 m; su potencia es variable, desde 25 cm a 2 m. Están representados por un ónix de color blanco crema y con espesores de hasta 50 cm, con delgadas bandas pardo amarillentas dadas por óxidos de hierro. Por encima se observa un travertino blanco lechoso, poroso, con bandas rojizo amarillentas de un espesor de 1,5-1,8 m.

Se distinguen varias labores: la principal, de forma irregular, de rumbo E-O y con avance al S; sus dimensiones son: 50 m de largo por 15 de ancho y 3,5 de alto. Presenta fallas de rumbo NE-SO y marcadas diaclasas NO-SE. A unos 100 m al SO del anteriormente mencionado, se halla otro frente de rumbo NE y una longitud aproximada de 30 metros. Se obtienen bloques y bochones de travertino y bochones y escallas de ónix. Los bloques alcanzan las siguientes dimensiones: 0,80 x 1,20 x 1,00 metro. En el momento que se efectuó la visita, la misma se encontraba paralizada.

#### *Grupo León*

Con este nombre se conoce una serie de canteras ubicadas en el faldeo oriental de las serranías de Rincón, en su tercio austral, al O del salar homónimo, a 60 km al NO de la localidad de Pocitos, en el departamento Los Andes. Su acceso se realiza desde la ruta nacional n° 53, a la altura del extremo N del salar de Pocitos, tomando hacia el O por un camino secundario que pasa a los 10 km por el paraje Pozo Cavado y continúa de allí hacia el NO por 40 km hasta el yacimiento.

Los materiales aflorantes en el área, según MÉNDEZ *et al.* (1979), son sedimentitas marinas de la F. Salar del Rincón (Devónico) que infrayace, discordancia mediante, a areniscas y conglomerados continentales carbónicos (F. Cerro Oscuro), formando un anticlinal y sinclinal cuyos ejes tienen dirección NNO; tanto en contacto tectónico como discordante se disponen sedimentitas terciarias y un extenso coronamiento de andesitas terciario-cuaternarias probablemente vinculadas con las del centro efusivo del cerro Rincón; acumulaciones detríticas modernas se disponen sobre estas rocas. Los depósitos travertínicos y mantos de ónix se presentan, según PLAN MÁRMOL-DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINERÍA DE SALTA (1976) intercalados entre conglomerados brechosos cuaternarios, por encima de extrusivas mesosilíceas de la misma edad.

De acuerdo a la información existente en PLAN MÁRMOL (op. cit.) y a TORRES (1979), existen en el área numerosas concesiones, entre las principales se citan: Hilda-Mary o León, Nenucha, Pilarica y Negrita, dispuestas en unos 3 km de largo en sentido E-O y 0,5 km de ancho. En la primera de las nombradas se observa en su sector NE 2,75 m de mármol



de la variedad "Inca", esto es, vetado, de coloración amarillo-verdosa a amarillo-blancuecina, en bancos compactos, al que siguen por encima 0,75 m de ónix verde claro y blancuecino, con un encape de algo más de 10 m compuesto por conglomerados brechosos calcáreos, travertino tipo "caliche" y derrubio moderno; en el sector O se presenta un ónix verdoso de 1,40 m de potencia seguido de 2,70 m de mármol tipo "Inca" de color blancuecino-crema, con una intercalación, en su parte superior, de 0,80 m de conglomerado brechoso; el encape representado por brechas, capas de travertino tipo "caliche" y derrubio moderno alcanza los 3,30 metros.

Las labores de exploración-explotación son conocidas como Frente I (sector O), de 18 m de ancho y 50 de avance; Frente II (sector NE) y el llamado "Quirquincho". Las reservas totales, según el informe citado para los dos primeros frentes, son del orden de las 24.000 toneladas.

En Nenucha se presenta un ónix color caramelo, translúcido, compacto, de 0,60 m de espesor, con aragonita en su piso y en su techo, la superior de color blanco crema, con venillas marrones y cavidades de disolución; sigue hacia arriba un travertino tipo "caliche" y un conglomerado gris rojizo, que totalizan 6 metros.

En noviembre de 1980, la última firma explotadora en la zona, Espinosa Hnos., según datos aportados por la misma, paralizaba su actividad en el área en cuestión.

### Huaytiquina

*Norma I y II:* Los depósitos se localizan en el departamento Los Andes a 66 km en dirección ONO de Olacapato, con acceso por la ruta nacional n° 51 que conduce a Huaytiquina.

Las propiedades, que pertenecen a la compañía Minera Gavenda, se emplazan en una altiplanicie con suaves lomadas, topografía típica de la Puna, a 4.700 m s.n.m. La geología que impera en el área está representada por asomos de calizas travertínicas, sedimentos limo-arenosos, en parte arcillosos, asignados al Terciario (MÉNDEZ *et al.*, 1979) y acumulaciones detríticas modernas.

La cantera Norma I, si bien registra actividad desde la década del cincuenta, lo hace recién en forma continuada a partir de 1965; ese laboreo continuo determinó un frente de explotación de buen desarrollo. Norma II se ubica inmediatamente al O de la anterior; la misma sólo presenta algunos cortes de reconocimiento.

En los frentes que ofrecen las labores se observa una sucesión de capas calcáreas, algunas masivas de grano grueso a mediano, con fractura irregular y astillosa. Dichas capas, con espesores de centímetros a algunos decímetros, muestran variadas coloraciones que oscilan entre el blanco, verde intenso, verde amarillento, amarillo crema y azul claro. Registran intercalaciones de lentes limo-arcillosas y horizontes de aragonita blanca, que se caracteriza por presentar bandas de cristales de carbonato muy puro, con cristales prismáticos, fibrosos y fibrorradiados. Al paquete de mármol ónix se le superpone una gruesa capa limo-arenosa con elementos volcánicos intercalados (cenizas), horizontes de aragonita y capas de travertino ferruginoso.

El conjunto de capas, de rumbo general E-O y una inclinación de 15° a 18° al Norte, se hallan densamente fracturadas con direcciones preferenciales según los cuadrantes NE-SO y de posición vertical a subvertical.

El corte de cantera en explotación presenta forma subcircular con avance hacia el Norte y dimensiones de 60 por 50 m y una altura que oscila entre 8 y 10 m. Un perfil en el sector central del frente de cantera muestra en su base un banco de 0,75 m de ónix de color azul claro (azul cielo), de grano mediano a grueso, que contiene niveles de hasta 5 cm de aragonita blanca; 0,45 m de calcáreo de grano mediano y color verde intenso; le siguen 0,35 m de un material carbonático ocráceo, con abundante limo y arcillas rojizas; 0,50 m de ónix amarillo verdoso; 0,20 m de aragonita blanca fibrosa; 1 m de mármol amarillento-cremoso, de grano mediano y 0,90 m de material travertínico, pardo, con intercalaciones lenticulares de ónix verde y otras de aragonita blanca. Este conjunto está coronado por una gruesa capa de sedimentos limo-arenosos de hasta 3 m de potencia.

La explotación se realiza en forma mecanizada, con el aprovechamiento del ónix por diferentes coloraciones, extrayéndose escallas, bochones y en menor proporción bloques de hasta 1,5 m³. El material azulino, conocido como "azul cielo", prácticamente único en el país y de gran aceptación en el mercado, se lo exporta, preferentemente al mercado italiano.

Según datos proporcionados por la empresa propietaria, la producción en total, contabilizando bochones, escallas y bloques, oscila normalmente entre 30-40 toneladas mensuales. La producción generalmente se almacena en la estación Olacapato y desde esa población se remite a los distintos centros por medio del Ferrocarril General Belgrano.

*Casa del Zorro:* El yacimiento se halla ubicado en el departamento Los Andes, a 58 km en dirección ONO de la población de Olacapato y a menos de 1 km al Oeste de la ruta nacional n° 51 que une San Antonio de los Cobres y Huaytiquina.

En un ambiente geológico y geomorfológico similar al que caracteriza al área en donde se emplazan las canteras Norma I y II, se distingue una sucesión de capas o bancos calcáreos que asientan sobre sedimentos areniscosos de grano grueso y conglomerado brechoso de clastos grandes y angulosos, de composición predominantemente volcánica. Sobre estos materiales sedimentarios se observa unos 2 m de rocas carbonáticas conocidos en el mercado como mármol "crema casa de zorro", que consiste en un conjunto de finas capas calcáreas blancas, blancas verdosas y pardas rojizas. A dicho banco se le superpone un horizonte de 2 hasta 4 m de la variedad llamada en el mercado "mármol San Martín", que consiste en una roca compuesta por finas capitas, por lo común menor a 1 cm de espesor, de aragonita de color amarillo ocráceo, alternando con otras rojizas, pardas y hasta negras, lo que le otorga una estructura bandeada varicolor, muy apreciado en el mercado por su utilización en mosaiquería y en la elaboración de placas reconstituídas. El conjunto de calizas hidatógenas registra una posición horizontal a subhorizontal.

Los bancos calcáreos observan una densa fracturación con direcciones preponderantes N-S y E-O que dificulta la extracción de bloques de dimensiones re-



gulares. En la porción central y sudeste de la cantera, que registra un corte de 300 m de largo con rumbo NO-SE, una altura de 5-6 m y una penetración de 10 a 15 hacia el O, la fracturación es menos densa, lo cual permite obtener bloques de hasta 3 m<sup>3</sup> de la variedad "crema casa del zorro".

De acuerdo a los datos proporcionados por la firma propietaria, compañía Minera Gavenda, la explotación se mantiene en forma continua, a distinto ritmo, desde el año 1958. En los últimos meses del año 1980, fecha en que se visitó el área, la producción, entre bloques, bochones y escallas, oscilaba en 40 y 60 t mensuales.

### *Gallego*

Se encuentra situada a escasos 500 m al E de la ruta nacional n° 53, a la altura de su Km 97, en el sector SE del departamento Los Andes.

Su depósito lo constituye un banco cuyo afloramiento es alargado en dirección N-S de hasta 1 m de espesor, que apoya sobre pizarras y filitas grises del Paleozoico. En su parte superior el calcáreo es aragonítico, blanco lechoso, con estructura botroidal y arriñonada, que hacia abajo cambia a una coloración naranja, fibrosa y bien cristalizado. El laboreo realizado consiste en varios pequeños destapes superficiales.

### *Adriana*

Se halla ubicada alrededor de 60 km al S de la localidad de Pocitos, a la altura del Km 73 de la ruta nacional n° 53, departamento Los Andes.

Se trata de un banco travertínico, aflorante en unos 100 m en sentido N-S, que se asienta sobre un conglomerado brechoso, y encapado por una brecha de 1 m de espesor (Frente I). El banco presenta bruscos cambios de espesor, los cuales varían de 0,10 a 0,40 m. El color del material es blanquecino a marrón, en parte (Frente II) fibroso y blanquecino amarillento; por lo general se encuentra bastante diaclasado. Se lo trabajó en dos pequeños frentes de 4 a 5 m de longitud y 2,5 a 3 m de altura.

### *Pozuelos*

Se localiza en el extremo NO del salar homónimo, a unos 47 km aproximadamente al SE de la localidad de Pocitos, departamento Los Andes.

Su yacimiento lo constituye un paquete de unos 20 m de potencia de sedimentitas terciarias, que apoyan sobre metamorfitas ordovícicas, portador de bancos de 0,40 a 0,80 m de distintos tipos de materiales calcáreos blanquecinos, que totalizan 8 m de espesor. Fue explotado por Espinosa Hnos. en un frente de 30 m de longitud.

### *Dragón*

Emplazada en el paraje Cerro Agua del Desierto, en las cercanías de la estación Taca-Taca (FGB), dista 50 km al O de la localidad de Tolar Grande, departamento Los Andes.

El material calcáreo útil forma un banco delgado (0,20-0,30 y hasta 0,70 m de espesor) que apoya sobre tobos y brechas volcánicas; su inclinación alcanza

los 25° hacia el NNE y el encape llega a los 5 m en el Frente I. Se trata de un ónix de coloración rojiza (variedad "Rojo Dragón") a rojo acaramelado con tonos verde-amarillentos, además de aragonita.

Se han desarrollado tres frentes, el mayor de ellos de 50 m de longitud en sentido NNO-SSE.

### *Santa Rosa*

Esta cantera se encuentra situada a unos 3 km al OSO de la localidad de Santa Rosa de los Pastos Grandes, en el departamento Los Andes.

Su depósito, visible en 2 pequeños frentes de explotación, lo constituyen dos bancos de 0,40 y 0,35 m de espesor (Frente I), fuertemente inclinados, que encajan en brechas y tobos volcánicas alteradas. El material es de tipo aragonítico con diverso grado de cristalización, de colores blancos a pardos, a veces vetado y con algunas intercalaciones de calcáreos indiferenciados de coloración marrón; se presentan abundantes diaclasas.

### *Catua*

*El Sol:* Se trata de una pequeña manifestación marmolífera ubicada a 2,5 km al O del caserío de Catua, en el departamento Los Andes.

Corresponde a un calcáreo tipo travertínico, blanco, que descansa sobre conglomerados terciarios; se dispone en bancos de 0,10 a 0,30 m de potencia intercalados con material tobáceo en un paquete de 15 m de espesor total.

### *Las Cuevas*

Este depósito se localiza a pocos kilómetros de la Estación Incahuasi (FGB), muy cercano a la localidad de Las Cuevas (ruta nacional n° 51), en el departamento Rosario de Lerma.

Según CHIRILA y PASQUIN (1951) el cuerpo calcáreo tiene un afloramiento alargado en sentido general E-O, de unos 700 m de longitud y 200 de ancho. Se trata de un manto travertínico de una potencia media de 2,5 m, que apoya sobre un conglomerado, con intercalaciones de capas de mármol ónix de 0,10 a 0,40 m de espesor. El ónix es de aspecto masivo y de grano fino, presentando coloraciones variadas entre las que predominan las verdosas. Estos autores han determinado reservas aprovechables del orden de los 210.000 m<sup>3</sup> entre travertino y ónix.

### *Pozo Bravo*

Se emplaza en el paraje homónimo, situado a unos 5 km de la localidad de La Poma, en el departamento homónimo.

De acuerdo a GALLINO y CANDIANI (1972), el depósito corona una pequeña elevación de 83 m de largo, en sentido N-S, y 67 de ancho; su estructura es tabular de rumbo N 20° E e inclinación de 10° al E con algunas flexuras. Está constituido por un banco de travertino asociado a otros materiales calcáreos impuros, de 5 m de espesor, que lleva dos mantos de ónix.

El manto superior, de 0,47 m de potencia, corresponde a un ónix de color blanco, débilmente verdoso,



fracturado y con oquedades; el inferior, de un espesor de 0,20 m, presenta material de color verdoso y es macizo.

Las reservas señaladas por esos autores ascienden a 1.800 t de ónix.

### MATERIALES VOLCANICOS

Bajo este rubro se incluyen distintos productos a saber: granulado pómez, obsidianas, cenizas volcánicas y puzolanas, cuya producción, en la región que nos ocupa, según la Estadística Minera de la República Argentina, se viene registrando a partir del año 1951 en forma discontinua hasta el año 1967, y a partir de esa fecha se produce regularmente. Todos son derivados de eventos volcánicos de naturaleza riolítica a andesítica, que tuvieron lugar durante el Terciario y Cuaternario.

Del conjunto de materiales los que tienen mayor aplicación son los vidrios volcánicos u obsidianas debido a que gran parte de ellos cuando son calentados a cierta temperatura se expanden hasta 20 veces su volumen original, con notable disminución de su densidad (35 a 80 kg/m<sup>3</sup>), como consecuencia que en su estructura molecular contienen agua combinada en proporciones que normalmente oscilan entre 2 y 6 %. Aquellos vidrios volcánicos que expanden más de diez veces su volumen original, se clasifican como perlitas, mientras que los de coeficiente de expansión menor se los agrupa como granulados volcánicos y tienen menor valor industrial. En general, los materiales se caracterizan por ser livianos, inertes, atóxicos y anti-sonoros. La mayor parte de estos materiales se destinan, una vez expandidos (generalmente entre 650-1.000°C), en la industria de la construcción, en la elaboración de bloques livianos, tabiques; también como material filtrante y fabricación de sustancias aislantes. Los productos puzolánicos se los usa para la industria del cemento.

Del conjunto de provincias a que se refiere este trabajo, Salta y La Rioja son las únicas actualmente productoras de los materiales en consideración. La Rioja inicia su producción a partir del año 1980, con la explotación de cuerpos de tobas vitro-cristalinas, asignadas al Terciario, localizadas en las cercanías de Paganzo, departamento Independencia, para abastecer una fábrica de cemento puzolánico sito en la provincia de Córdoba.

Salta es la principal proveedora de granulado volcánico y obsidianas (perlitas), cuyos centros productores se emplazan en un ambiente volcánico típico de la unidad morfoestructural de la Puna, en el departamento Los Andes, en particular en el cerro Socompa y especialmente entre la quebrada de Quirón y Salar de Pocitos, en los faldeos distales del cerro o nevado del Azufre. A la quebrada de Quirón, pertenece al estudio geológico-económico de QUARTINO, ZARDINI y LLORENTE (1971) en el que se establece, para el área investigada de unas 90 ha, que cubre las pertenencias de "Anfitrite" y "Taurus" una reserva total, entre medido e inferido, de 8.567.000 t de material perlítico.

Aparte de las áreas citadas, cabe señalar los materiales piroclásticos emplazados en el paraje conocido como Corte Blanco, en las proximidades de la localidad de San Antonio de los Cobres, que actualmente son objeto de estudio para determinar su posible empleo en la elaboración de cemento puzolánico.

Salta ha producido a partir del año 1951, hasta 1978 inclusive 133.473 t de granulados y perlita. La producción promedio por quinquenio en los últimos 20 años ha sido: 1959-1963, 108; 1964-1968, 334; 1969-1973, 11.057; 1974-1978, 14.093 t. Durante el año 1979 produjo 15.242 t.

Catamarca cuenta en su haber una producción, según la Estadística Minera, de 2.058 t, durante los años 1953 y 1954. A partir de ese último año no se registró actividad.

### LA RIOJA

*El Toba y El Diaguita:* En el departamento Independencia, pedanía Iglesia a 8 km de la localidad de Paganzo, sobre el km 27 de la ruta provincial n° 26 que une Patquía y Villa Unión, se localiza un yacimiento, de materiales piroclásticos, que es objeto de aprovechamiento.

El área donde se emplaza el depósito es suave, con escasas lomadas, la litología aflorante corresponde a los Estratos Calchaqueños que contienen además de areniscas rojas, arcillas y limos, bancos de tobas o areniscas tobáceas.

El depósito cinerítico arcilloso se lo reconoce en cuerpos lenticulares que se disponen a lo largo de algunos centenares de metros y 50-80 m de ancho a modo de lomadas alargadas con dirección NNO-SSO a ambos lados de la ruta 26.

Las cenizas volcánicas, que provendrían de centros eruptivos de edad terciaria, se han depositado en pequeñas cuencas, conformando actualmente bancos con espesores de 0,40 a 1 m, de rumbo casi N-S y buzamientos que oscilan entre 60-70° al este. Dichos bancos de material áspero al tacto, poco friable, son blanquecinos a gris parduzcos; en parte su coloración clara es debido a la alteración arcillosa a partir de algunos de sus componentes originales. En los contactos de los bancos se suele apreciar lentes arcillosas y también finas capas de yeso laminar o fibroso.

El estudio microscópico de un corte delgado realizado por ALVAREZ y HERNÁNDEZ (1975), indica que el material está constituido por un 80 % de vidrio, incoloro a castaño claro, y un 20 % de fragmentos cristalinos, lo cual permite clasificar a la roca como toba vitro-cristalina. Dichos autores, al efectuar una evaluación técnica consignan que el entumecimiento con agua saturada de cal registra los siguientes valores:

A las	24 horas	.....	30 %
	48	„	45 %
	72	„	55 %
	96	„	62 %
	120	„	67 %
	144	„	70 %

El ensayo de índice de puzolanicidad con cal, realizado entre cubetas cúbicas señala que la resistencia a la compresión a los 7 días fue de 46,2 kg por centímetro cuadrado. La resistencia a la flexión y compresión fueron del orden de 80-85 % para una proporción puzolánica de 25-30 % respecto del cemento base.

A continuación se exponen los tenores químicos en por ciento de dos muestras, la muestra n° 1 corresponde a la extraída en la cantera El Toba y analizada por los laboratorios del Servicio Minero Nacional y la n° 2 por ALVAREZ y HERNÁNDEZ (op. cit.).



	1	2
SiO <sub>2</sub> .....	59,52	63,37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	12,25	14,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,40	3,58
CaO .....	3,27	5,62
MgO .....	3,10	2,94
SO <sub>2</sub> .....	N.O.	1,15
Pérd. por calc. a 900°C ..	10,30	6,24
AlK y resto .....	—	2,44
Na <sub>2</sub> O .....	3,00	—
K <sub>2</sub> O .....	2,35	—

ALVAREZ y HERNÁNDEZ (op. cit.) señalan una reserva positiva del orden de las 600.000 t para la cantera El Toba, que se ubica en la margen izquierda de la ruta 26 y de 1.400.000 t de la misma categoría para El Diaguita, que se emplaza inmediatamente a la derecha de la ruta mencionada, en dirección a Villa Unión.

La firma Juan Demetrio Lirio, que cuenta con la concesión de las dos canteras, ha iniciado en enero de 1980 la explotación en la Cantera El Toba. En marzo del mismo año cuando se realizó la visita al área, se apreciaba una labor a cielo abierto de unos 10 m de penetración hacia el sur, 15 de ancho y 3-4 de altura. La producción, que era del orden de las 1.000 t/mes, se destinaba a la firma Juan Minetti (Córdoba) para la elaboración de cemento puzolánico.

#### SALTA

##### Quebrada de Quirón-Salar de Pocitos

Los depósitos de perlita se encuentran ubicados en el pie sudoeste del Cerro Azufre, Azufrero o Quevar Chico, a pocos km hacia el NE del camino que une la localidad de Pocitos con la de Santa Rosa de los Pastos Grandes, desde la quebrada de Quirón por el noroeste hasta unos 6-7 km en línea recta hacia el SE, en el departamento Los Andes.

El relieve del área que ocupan estos depósitos, lo constituyen las partes más bajas del faldeo SO y OSO del cerro anteriormente citado, las cuales poseen escasa pendiente, y son suavemente onduladas, estando escindidas por pequeñas quebradas que descienden hacia el S y SO.

Geológicamente el área está representada, según VILELA (1969), por rocas volcánicas del tipo andesitas y tobas andesíticas, que asigna al Plioceno medio y superior; para las vulcanitas ubicadas más al sur, correlacionables con éstas, TURNER (1964) propone las formaciones Pucará (dacita andesita cuarcifera) y Rumbola (andesita) de edad Cuartaria inferior. QUARTINO *et al.* (1971) optan por considerar a las andesitas que hacen de caja de material perlítico de una edad Terciaria. Estas rocas efusivas se asientan en discordancia sobre el Complejo Metamórfico del Proterozoico (VILELA (op. cit.), hacia el Oeste, en la llamada Puerta de Quirón. Completan el cuadro detritos de falda, sedimentos aluviales y salitrales, cuartarios y modernos.

Siguiendo el estudio de QUARTINO *et al.* (op. cit.), para la zona de la cantera "Taurus" y "Anfitrite", se distinguen: rocas andesíticas, preferentemente como acumulaciones de escombros que se conservan en las partes altas de las lomadas y donde hay cambios bruscos de pendiente; exteriormente son rojizas moradas y en fractura fresca gris a gris rosadas; porfíricas, con pasta de textura pilotáxica fluidal muy fina, siendo

sus componentes principales plagioclasa, clinopiroxeno y óxidos de hierro; los fenocristales son en su mayoría andesina básica, zonal y fuertemente corroída y algo de clinopiroxeno, olivina, biotita reabsorbida y cuarzo. Rocas felsíticas y brechas, son más duras y resistentes que las perlitas y por eso se distinguen sus afloramientos resaltantes en el terreno, de coloración blanco-amarillentos a rojizos, con manchas de limonita; poseen una gran diversidad de texturas que van de homogéneas, blanca lechosa, con cubos huecos de pirita lixiviada y que pasan a brechas con fragmentos sin orientación de pocos mm a 20 cm de lado y cemento felsítico blanco lechoso. También aparecen fluidales, algunas replegadas y otras subverticales, así como en concreciones con disyunción esferoidal; petrográficamente son afaníticas, de composición muy ácida y variables texturas en algunos casos surgentes de un estado vítreo primitivo; existe crecimiento de tridimita, calcedonia y ópalo. Rocas vítreas, a las que los autores citados dividen en obsidiana y roca hialofibrosa asociada, por un lado, y rocas perlíticas y semiprlíticas por el otro; las obsidianas, que no se presentan en afloramientos "in situ" sino como fragmentos mezclados con detritos de falda, petrográficamente están constituidas por un 93 % de vidrio incoloro y muy fresco, con algunas inclusiones cristalinas de albita y biotita, la roca hialofibrosa, que contiene cerca de 95 % de vidrio, es porosa, liviana, de color caramelo y muy fluidal, esto último dado por bandas orientadas de vesículas, glóbulos y clorita ferruginosa; las del segundo grupo, que debido a su microfracturamiento no posee una expresión de superficie, son de coloración clara con tonos amarillo-grisáceos, verdosos y castaños, de fractura irregular a conoide y brillo resinoso, vítreo y a veces mate; las perlitas sensu stricto poseen una fracturación perlítica (curva hasta esférica) y no tienen estructuras de flujo, estando compuestas por hasta 95 % de vidrio y algunos cristales de biotita, albita y en menor medida cuarzo; las semiprlitas son un paso transicional de las anteriores dado por la fluidalidad, ocasionada ésta por alineamiento de impureza, formas elementales de cristalinidad y glóbulos y microvesículas alargadas.

El análisis químico de una muestra de perlita procedente de la pertenencia "Criollita", facilitada por la agencia local de Salta del Banco Nacional de Desarrollo, registra los siguientes valores en por ciento:

SiO <sub>2</sub> .....	69,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,91
CaO .....	1,10
MgO .....	vest.
Na <sub>2</sub> O .....	2,90
K <sub>2</sub> O .....	4,62
SO <sub>2</sub> .....	vest.
Humedad 110°C .....	0,60
Pérd. (libre de humedad) a 1000°C ..	4,10
Solubilidad en ClH 5 % (2 hs.) ...	2,35
Solubilidad en SO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 5 % (2 hs.) ...	3,40
pH (solución al 5 %) .....	6,5
Densidad aparente .....	1,34 g/cc.
Densidad real .....	2,347 g/cc.

La secuencia entre rocas vítreas y andesíticas no es clara, pero se piensa que los vidrios son posteriores; para las rocas felsíticas y vítreas, aunque éstas últimas penetran a las primeras se las considera singenéticas, como fenómenos póstumos del proceso volcánico; además se deduce que el material perlítico no yace como



mantos horizontales ni como intrusión vertical o vetiforme, sino más bien con una forma cómica.

Los yacimientos que registraban laboreos y una explotación más o menos continua en la época en que se los visitó, son de NO a SE: Taurus y Anfiteatro, Trini y Marita, y Cantera de Espinosa Hnos.

**Taurus y Anfiteatro:** Esta concesión cuyas características geológicas ya han sido descriptas, se encuentran ubicada a 18 km al SE de la localidad de Pocitos, al sur de la quebrada de Quirón, en el departamento Los Andes, accediéndose desde la localidad citada por la ruta que conduce al caserío de Santa Rosa de los Pastos Grandes unos 15 km, y luego por un camino privado hacia el NE de 3 km, hasta el yacimiento.

En la época en que se visitó el depósito, diciembre de 1980, se pudo observar un cuerpo de rocas perlíticas cercano a los 40 m de espesor que mostraba en su parte superior material tobáceo alterado y manchado por óxidos de hierro infrayacente a un conglomerado rojo; la roca perlítica presentaba en su tercio más alto algunas bochas y concreciones de andesitas gris claras, continuándose hacia abajo la perlita verde clara con algunas bandas grises y rojizas.

Se la trabajaba en una cantera semicircular, con forma de anfiteatro, con un avance de 25 a 30 m hacia el NE, un ancho de 35 en su parte superior y de 10 en su piso, con 5 niveles principales y algunos subniveles, el inferior de 3 m y los restantes entre 1,5 a 2, totalizando el frente unos 30 m de altura. Anteriormente se trabajó en otro frente, directamente por debajo del descripto, semejante en cuanto a su forma pero con un rajo de acceso, de menores dimensiones, que totalizaba unos 15 m de altura sobre perlita verde clara y fluidal; existe una zona en preparación de 150 m de largo y 40-50 de ancho que a partir de los cortes descriptos sigue hacia el NNO. Sobre la quebrada de Quirón hay otros frentes inactivos que colindan hacia el NE con la concesión de "Criollita" y otras pertenecientes al señor Pedro A. Tripodi.

La empresa Silflo Argentina S.A. que trabaja este yacimiento, opera a un ritmo de 1.500 toneladas mensuales, explotadas en forma mecanizada y transportadas en camión hasta la estación Pocitos, desde donde son embarcadas por ferrocarril a los centros consumidores en las ciudades de Santiago del Estero y Tucumán.

**Trini:** Esta cantera cuyo concesionario es la Empresa Obras y Servicios Generales, se sitúa a unos 25 km al ESE de la localidad de Pocitos, en el departamento Los Andes; su acceso se realiza desde la localidad citada, por el camino que conduce al caserío de Santa Rosa de los Pastos Grandes, siguiéndolo 22 km, desde donde parte un camino hacia el NE, de 3 km, que conduce al yacimiento.

La roca perlítica se ubica en el faldeo occidental de una suave quebrada que nace en las partes altas del cerro Azufre. Fue reconocida mediante la labor de explotación y pozos de cateo en una longitud de 50-60 m en sentido general N-S y en unos 15 de ancho, comprobándose el aumento del encape, un conglomerado rojo medianamente compacto, hacia el S, donde alcanza los 3 m.

El material explotable presenta una coloración que va de un verde claro a un verde oscuro, a veces con tonos grises mostrando un ligero bandeamiento, suelen presentarse sectores con manchas rosadas y hasta rojizas

fuertes, estas últimas, según datos del personal que lo explota, de baja expansión; presenta fractura concoide, a veces con cierta partición columnar, brillo vítreo y estructura fluidal. Aparecen esporádicamente dentro de esta roca nódulos de ignimbritas grises rodeadas por un material arcilloso rosado, además se observan cuerpos de distinta posición de un material de grano muy fino, suave al tacto, representante probable de zonas de fractura.

Se trabaja en el sector más septentrional del área, en un frente de 30 m de largo en sentido NNE-SSO y de 10-12 de avance hacia el oeste, posee 2 niveles que totalizan 8 m de altura.

A unos 800 m hacia el S se localiza la cantera "Marita", de la misma empresa, que posee un frente de escasas dimensiones y es trabajada con muy poca frecuencia, en ella se observa desde el piso hasta 1 m de altura, perlita de coloración verde oscura que puede romperse en trozos grandes y por encima un material perlítico granulado, en fragmentos de pocos mm, muy friable y mezclado con limos y arcillas, de alrededor de 1 m de espesor; se asocia aquí, aparentemente por encima, una ignimbrita dura y porosa, gris rojiza que resalta en la topografía.

El ritmo de explotación en octubre de 1980 era de 400-500 t/mensuales. El material es transportado en camión hasta Pocitos y de allí en tren a la ciudad de Salta, en cuyas inmediaciones (Alvarado) la empresa concesionaria posee una planta de molienda; posteriormente el material es enviado a Buenos Aires para ser expandido.

**Cantera de Espinosa Hnos.:** Se ubica a unos 25 km al ESE de la localidad de Pocitos, en el departamento Los Andes, accediéndose desde ésta por el camino que conduce a Santa Rosa de los Pastos Grandes, recorriéndose 23 km hasta su entrada y luego 2 por un camino minero hacia el norte.

Topográficamente el relieve es suave, con pendiente hacia el sur, ubicándose el cuerpo explotable por debajo de un pequeño resalto constituido por rocas andesíticas, las cuales representan el único afloramiento visible de rocas efusivas en el área, ya que ésta exhibe una cubierta de detritos de falda y un conglomerado rojo con clastos de andesita, de espesor variable.

La andesita presenta una pasta afanítica gris oscura en fractura fresca y rojiza en sectores alterados que constituye la matriz de fenocristales de plagioclasa de 0,3 a 0,7 cm, al norte de la cantera se la observa formando un resalto fuerte a raíz de su mayor dureza y menor fracturamiento, además de grandes bloques sueltos desprendidos de su afloramiento, que aparentemente sirve de caja a las rocas vítreas y asociadas.

Las rocas perlíticas se observan únicamente en laboreos, en una extensión de 100 m en sentido E-O y en unos 40 perpendicularmente, hundiéndose hacia el sur bajo la cubierta de detritos de falda. Presenta una coloración preferentemente verde clara, y ocasionalmente un bandeamiento de tonalidades verdosas, rojizas y grisáceas; de fractura concoide, se rompe fácilmente al ser golpeada, en fragmentos de diversos tamaños y formas, mostrando su estructura fluidal bien marcada; dentro de esas rocas suelen presentarse grandes nódulos y bancos de una ignimbrita grisácea muy fluidal, con disyunción esferoidal, en algunos de los cuales se pueden observar cavidades rellenas por ópalo blanco lechoso. Sobre este material, hacia el norte, se dis-



pone una brecha gruesa de coloración rosada con fragmentos de perlita, que pasa hacia arriba a otro de aspecto tobáceo, blanquecino, también con fragmentos de perlita; siguen por encima, en el sector más oriental de la labor, un conglomerado rojo poco consolidado, con clastos de andesita.

Se trabaja a cielo abierto en un frente irregular con su longitud mayor de 100 m en sentido E-O y avance de 30 a 50 hacia el N, en bancos, con tres niveles principales y algunos menores intermedios en procura de los sectores más puros, totalizando una altura de 10 a 15 m en los distintos sectores.

La explotación se realiza con interrupciones a un ritmo variable, de acuerdo a las condiciones del mercado.

#### *Tina*

Este yacimiento se encuentra ubicado en el departamento Los Andes, a 40 km al SSO de San Antonio de los Cobres, a una altura del orden de los 4.200 m s.n.m.

Las rocas se emplazan geológicamente en un ambiente de vulcanitas, que VILELA (1969) ha denominado F. Andesitas y Tobas de andesitas, de edad terciaria (Plioceno). Las mismas asientan discordantemente sobre el complejo de metamorfitas, granitos y rocas afines atribuidas al Proterozoico.

El material perlítico se presenta, junto a otros productos volcánicos, en forma masiva o en bochones medianos a pequeños, constituyendo con los demás materiales volcánicos amplios cuerpos ovoidales. Asociado a las rocas perlíticas es dable observar otras vítreas con diferentes texturas y distintos tonos de color en la gama del gris, asociadas a rocas ácidas y a lentes andesíticas.

Las rocas expansibles que se aprovechan, muestran un color gris plomizo, característico, de brillo lustroso, con acentuada fisuración perlítica en algunos sectores y también con fracturación de tipo concoidal en otros.

La explotación se realiza a cielo abierto por medio de una cantera de unos 40 m, con avance hacia el norte, en dos niveles, uno inferior de 6 m de altura y otro superior de 8. Se registran dos socavones de exploración uno de 10 m de rumbo este-oeste y otro de 8 de rumbo NE-SO.

La explotación, en forma mecanizada, se mantiene a un ritmo que oscila entre 300-400 t/mes. Normalmente durante el invierno, por lo riguroso del clima, paralizan los trabajos durante dos meses.

Como consecuencia de que en algunos sectores la perlita se halla íntimamente mezclada con otros productos volcánicos y, también, a raíz de que se observa manchada por óxidos de hierro, se efectúa una selección preliminar, manual, en cantera para luego ser remitida por camión a San Antonio de Los Cobres, donde es nuevamente clasificada. En esa población la firma Pelfiltra (Cía. Minera San Esteban S.A.) posee una planta donde muele y selecciona a la perlita; el material más fino es remitido por ferrocarril, a la ciudad de San Miguel de Tucumán, donde mediante un proceso por calentamiento se la expande y luego envasa para ser destinada a diversos usos.

#### *Socompa*

*Elsa:* Este depósito se sitúa muy cerca del límite con la República de Chile, a escasos 1000 m al NE de la

estación Socompa (FGB), sobre el pie austral del cerro homónimo.

El rasgo topográfico sobresaliente del área lo constituye el cerro Socompa que al igual que otras elevaciones que marcan el límite con Chile se caracteriza por su gran altura y sus laderas abruptas, rodeado aquél por zonas bajas suavemente onduladas, como por ejemplo el Abra de Socompa por donde corren las vías del Ferrocarril General Belgrano.

Geológicamente se trata de una típica región volcánica en la cual se presentan cuerpos andesíticos asignados al Terciario-Cuartario y coladas y efusiones de rocas basálticas del Cuaternario, que constituyen los resaltos principales, entre los que se disponen materiales sueltos modernos de los cuales forman parte los considerados aquí; posiblemente se trate de relictos de un relleno volcánico mayor en áreas protegidas de la erosión.

El depósito de material volcánico se destaca por constituir una zona deprimida de coloración grisácea clara con suave pendiente hacia el Sur, emplazado sobre la margen septentrional del Abra de Socompa; sobresalen del mismo grandes bloques, aparentemente sueltos, de andesitas de coloración superficial rojiza con tonos grises. Cubre unos 400 m en sentido NNO-SSE formando un triángulo con ápice hacia el N y una base de 150, su espesor es variable estando relacionado con el relieve sobre el cual se depositó el material.

Se trata de un sedimento piroclástico compuesto por fragmentos subredondeados pumicíticos de color gris claro, blanquecinos y rosados cuyos tamaños abarcan desde la fracción arena gruesa hasta los 5 cm de lado, predominando los lapillis de 2 a 3 cm; éstos muestran numerosas vesículas y poros lo que hace sumamente livianos, además de algunos clastos líticos en su composición.

La explotación se realiza fácilmente en forma manual y semimecanizada, en varias labores tipo pozos y calicatas de menos de 1 m de alto y largo y ancho variables que se distribuyen en el sector central del afloramiento, allí el material extraído es clasificado por zarandas, separándose como material útil, en la época en que se visitó, los tamaños de 1 a 3 cm.

La firma concesionaria, Ital-Mine, en diciembre de 1980 extraía unos 50 m<sup>3</sup> diarios, alrededor de 15 t, que eran transportados en ferrocarril para su utilización en la construcción, en varias provincias del NOA.

A unos 2500 m hacia el SSE y S de esta cantera, sobre el flanco sur del abra citada, se encuentran otras manifestaciones de pumicitas de menores dimensiones, en los cuales daría comienzo la explotación del Sr. Roberto Alegre.

Otra zona en la cual se encuentran grandes afloramientos del material en cuestión es la de Paso Salim (hito 23 del límite con Chile), situado a 12 km al NE de la estación Socompa.

#### *Corte Blanco*

En el departamento Los Andes, sobre la ruta nacional n° 51, se localizan en el paraje denominado Corte Blanco, distante 8 km de San Antonio de los Cobres en dirección ESE, materiales volcánicos.

En dicha zona se observan, sobre ambas márgenes de la ruta, farallones constituidos por sedimentitas y mate-



riales piroclásticos. Estos se continúan a modo de asomos, por unos 2 km, en el trayecto hacia Muñano.

Los afloramientos observan un rumbo meridional, con inclinaciones tanto al E como al O, conformando un anticlinal, que han sido asignados por MÉNDEZ *et al.* (1979) como pertenecientes al Terciario sedimentario indiferenciado o Terciario-Cuartario; se trata de sedimentitas con intercalaciones de tobas, tobas ignimbríticas, fenobasaltos, etc.

Los materiales piroclástico-ignimbríticos son de coloración clara, blanco a gris; componen un manto de potencia variable; granulometría comparable fundamentalmente al tamaño arena, semicompactos, ásperos al tacto, fábrica fluidal y con fragmentos líticos, de 1 a 5 cm de diámetro, incorporados.

Estos materiales son objeto de estudio para abastecer a la fábrica de cemento puzolánico, que la empresa Cementos NOA, construye en la localidad de Juramento.

#### PIEDRA LAJA

Estas rocas de aplicación tienen al presente en la región del NOA cuatro centros productores. El principal se localiza en la provincia de La Rioja, con el aprovechamiento de areniscas tobáceas y tobas de la F. La Colina (Pérmico) en una extensa área situada al sur de la localidad de Olta, departamento General Belgrano.

Jujuy aporta materiales para abastecer al mercado local; se trata de areniscas y cuarcitas lajosas ordovícicas emplazadas en las cercanías de la población del Carmen. Esta provincia ha proporcionado antiguamente volúmenes importantes de areniscas cuarcíticas del Grupo Mesón, aflorantes en la quebrada de Humahuaca, en el paraje conocido como Angosto de Perchel, y también se explotan areniscas rojizas de la F. Pirgua, en el Cordón de los Siete Hermanos, con laboreos distantes 17 km al SE de la ciudad de La Quiaca.

Salta explota, en pequeña escala, una arenisca cuarcítica lajosa que aflora en diferentes sectores de la sierra de Mojotoro, en una secuencia ordovícica de la formación homónima. Su aprovechamiento se realiza en diversas canteras localizadas en un radio de 5 a 25 km de la ciudad capital de la provincia.

Además de las áreas productoras indicadas, cabe mencionar la existencia de esquistos cuarzo-micáceo-cloríticos del basamento cristalino, ubicados en el paraje de Chacarita de Los Padres, próximo a la ciudad de Catamarca, que es motivo de una explotación intermitente.

La provincia de Tucumán, en la sierra de La Ramada, cuenta con esquistos filíticos, verde grisáceos, que esporádicamente se aprovechan en volúmenes muy modestos.

Dado que el material lajoso se destina fundamentalmente para revestimiento de frentes y enchapados interiores de edificios, su empleo no depende de su composición o constitución petrográfica, sino más bien de su comportamiento (durabilidad) a los efectos de la intemperie, además de su coloración, textura y especialmente de la presencia de planos de debilidad (planos de estratificación, clivaje o planos de fisilidad) paralelos, y estrechamente espaciados, que facilite la obtención de planchas delgadas y de buen tamaño.

Atento a las cifras proporcionadas por la Estadística Minera de la República Argentina, en el período 1965-79 (Fig. 39), se registró para las provincias de La Rioja, Catamarca, Jujuy y Salta un total de 295.259 t; el aporte anual promedio por quinquenio ha sido en toneladas como sigue:

	Catamarca	Jujuy	La Rioja	Salta
1965-69 .....	3.400	329	8.219	682
1970-74 .....	13.576	116	6.906	387
1975-79 .....	2.859	2.066	19.114	118

Es de señalar que Salta, además de las cifras consignadas, ha proporcionado casi 800.000 t de cuarcitas entre los años 1971-76. Dicho material, procedente de la sierra de Mojotoro, una vez triturado y clasificado, se lo ha empleado como agregado grueso en hormigones durante la ejecución de diversas obras públicas realizadas en ese período.

#### CATAMARCA

##### La Estancita

*Cantera de Sadi:* Se localiza en el Campo La Estancita, en las inmediaciones del lugar denominado El Calvario o Chacarita de los Padres, a 8 km al Oeste de la ciudad de Catamarca, departamento Capital.

Su acceso se realiza desde la capital provincial por la ruta provincial n° 4 hasta el Km 5,600, pocos metros antes del puente sobre el arroyo El Potrero; desde allí se toma un camino secundario hacia la izquierda por el cual al cabo de 2 km se llega a la cantera.

El relieve está constituido por pequeños cerros y suaves lomadas, que conforman el pie de la ladera oriental de la sierra de Ambato. Las labores se ubican en dos morritos separados por una ligera hondonada.

Se trata de esquistos cuarzo-micáceo-cloríticos de coloración grisácea a gris oscura con leves tonalidades verdosas, que presentan una distribución irregular de manchas rojizas; la esquistosidad tiene un rumbo N 20° O e inclina al O-SO.

El material se presenta como lajas de 2 a 3 cm de espesor, que se intercalan a distancias irregulares con otras de unos 10 cm; además se observan dos paquetes de hasta 1 m de potencia constituidos por material de fina esquistosidad, muy fracturado y con abundantes manchas ferruginosas. El diaclasamiento es variable en cuanto a su densidad, pero se nota un aumento en los sectores occidentales de las labores; los principales juegos son: 1) rumbo N 20° E, inclinación 35° E-SE; 2) rumbo N 40° O, inclinación 25° NE; 3) rumbo E-O, inclinación 75° N. Escasas venillas de cuarzo cortan a las metamorfitas en todas direcciones.

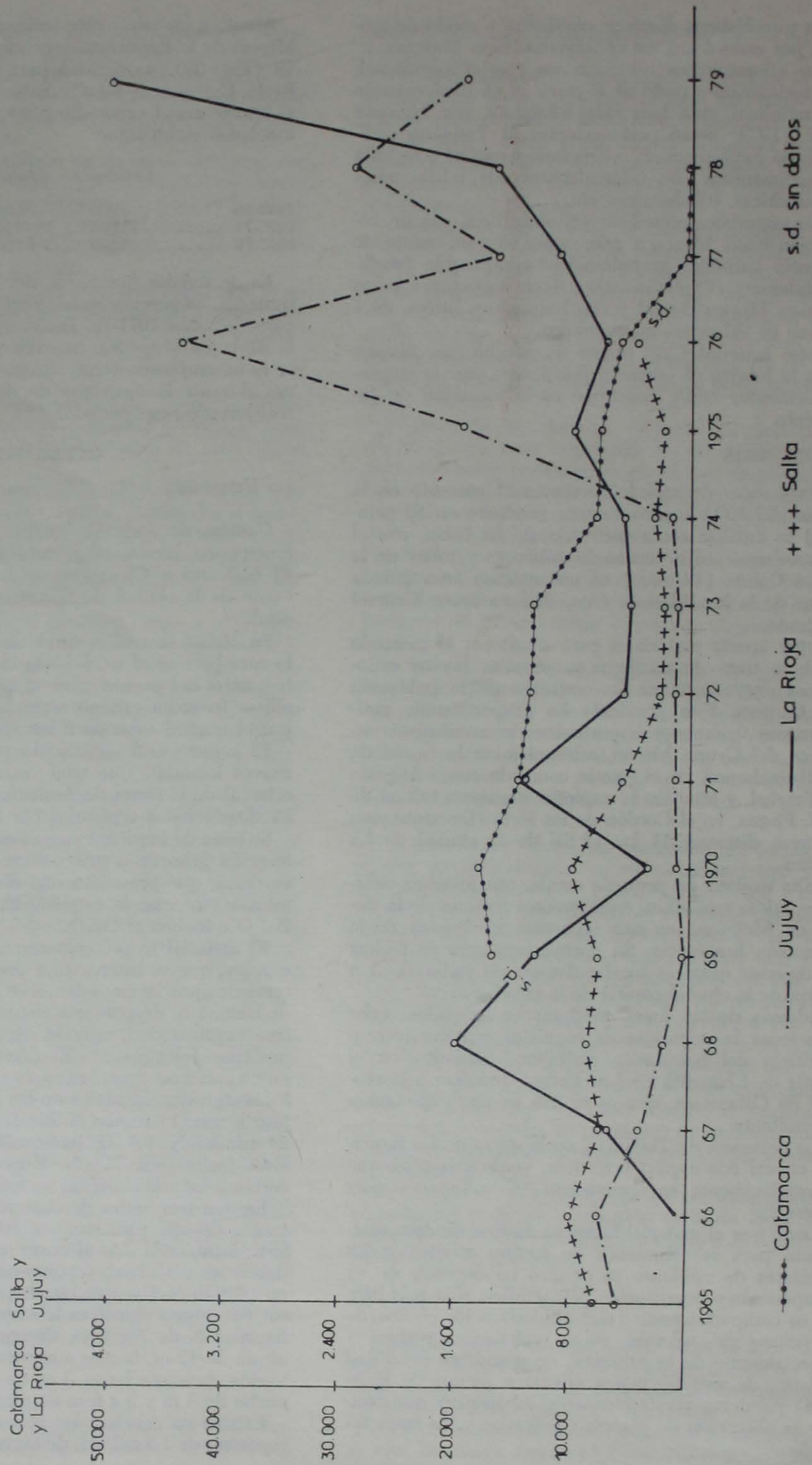
Existen tres cortes de cantera ubicados en una distancia de aproximadamente 80 m en sentido NNO-SSE; la ubicada más al norte se emplaza sobre el faldedo oeste del morro septentrional, es alargada de 8 m en sentido N-S y 3 m de alto; la central, en la parte sur del mismo morro, es la mayor, presenta un avance hacia el N de 7 a 8 m, un ancho de 4 a 6 m y una altura de 12 m; la más austral, ubicada en la otra elevación, presenta hasta 3 m de avance hacia el S, un ancho de 8 m y 5 a 6 m de altura.

Existen en cancha algo más de 500 m² de lajas de espesores de 1,5 a 3 cm, de tamaños de 0,80 por 0,50 m



Fig. 39

GRAFICO DE PRODUCCION DE PIEDRA LAJA  
(1965-1979)





las mayores y de 0,20 por 0,20 m las menores, con predominio de las de 0,40-0,50 por 0,30-0,20 m.

En la época de la visita (marzo de 1980) era trabajada en forma esporádica por el Sr. J. Sadi, quien utilizaba el material en la industria de la construcción local.

## JUJUY

### *El Carmen*

*Las Pircas:* Se ubica a 3 km al S de la localidad de El Carmen, y a 30 km al S de la ciudad de San Salvador de Jujuy, en la finca Las Pircas propiedad de la Suc. de César Fasio; se alcanza por el camino que une El Carmen con Perico, desviándose a unos 2 km de la primer localidad por un camino hacia el S paralelo al canal de riego de Agua y Energía.

El relieve está representado por una serie de pequeños cerros y morros con abundante vegetación que emergen de zonas planas cultivadas. Según el mapa geológico confeccionado por Fabricaciones Militares, en esa región afloran rocas sedimentarias ordovícicas dispuestas en un anticlinal de rumbo NNO-SSE cubiertas por algunos retazos de sedimentitas terciarias y por sedimentos actuales y suelo vegetal.

En el flanco oriental de la estructura citada, y dispuestos en bancos de rumbo N-S e inclinación de 60° E, se ubican areniscas, areniscas micáceas y también cuarcíticas, con delgados y escasos niveles conglomerádicos que son motivo de explotación; presentan coloraciones pardo-rojizas a rojiza muy fuerte en algunos sectores, provocada por la presencia de óxidos de hierro; tanto los niveles de areniscas micáceas con abundantes óxidos de hierro, así como otros muy triturados de 0,5 a 0,6 m de espesor, son descartados y solamente utilizados los niveles con estratificación fina. El diaclasamiento principal, de posición subvertical, tiene rumbos E-O y NO-SE y presenta en general un espaciamiento adecuado para la obtención de lajas.

La explotación es de antigua data, ya que el material fue usado durante la construcción del dique La Ciénaga, y en grandes volúmenes, como ha quedado atestiguado por los desmontes. Pese a ello en la época en que se efectuó la visita (julio de 1981), se trabajaba al pie de un cerrito, en dos frentes separados unos 15 m, de unos 4 m de ancho, 5 de avance y 6 a 8 de altura, y otro de dimensiones similares pero a medio faldeo de la elevación situada a unos 100 m al Sur.

Explotada por su propietario, se extraían lajas de 3 a 5 cm de espesor, con dimensiones máximas de 0,4 a 0,6 m y mínimas de 0,2 a 0,4, a un ritmo muy variable según el consumo local y regional.

Según los pobladores, otras pequeñas extracciones eran efectuadas, por material similar, en los campos vecinos situados más al Sur.

### *Perchel*

Sobre la margen derecha del río Grande, en la quebrada de Humahuaca, a unos 10 km al N de la localidad de Tilcara en el paraje conocido como Angosto de Perchel, departamento Tilcara, se emplaza una cantera de piedra laja perteneciente al Ferrocarril General Belgrano. Se llega hasta ella desde la ciudad de Jujuy a través de la ruta nacional n° 9, de la cual dista unos 70 km en dirección norte.

En el faldeo occidental de la porción N de los cerros Alfarcito, sitio donde se ubica la cantera, se observan areniscas cuarcíticas, cuarcitas y pelitas en bancos de 1 a más de 2 m de espesor, con fina estratificación atribuibles al Grupo Mesón. El material aprovechado se presenta en delgados estratos de rumbo N-S e inclinación 60-70° O de areniscas de tonos amarillentos y ocráceos con algunas intercalaciones finas de pelitas ferruginosas. Dos juegos principales de diaclasas las afectan, ambas de rumbo E-O, una con inclinación al N y otra al S.

Se la trabajó en una labor irregular que sigue la inclinación de los bancos, desde casi el nivel del río Grande hasta unos 40-50 m de altura.

A unos 5 km al S de esta cantera se sitúa otra más pequeña en la cual se presentan areniscas lajosas de tonos verdosos.

En julio de 1981, época en que se las visitó, se encontraban paralizadas.

Además de la descripta, en territorio de esta provincia, existen otras canteras que han sido explotadas por areniscas lajosas, citadas por LYONS (1949) y que pertenecen al Ferrocarril Argentinos, de las cuales esta empresa se abastece de material para construcción de defensas, alcantarillas, bases de puentes, etc.

### *Cordón de los Siete Hermanos*

En esta elevación, distante 17 km al SE de la población de La Quiaca en el departamento Yavi, se han extraído areniscas rojizas, pertenecientes a la F. Pirgua, utilizadas en construcciones locales. Las canteras más conocidas son Los Camperos y Centenario; esta última, propiedad del Sr. G. Arriaguez, se encontraba en actividad, a un ritmo de producción variable, a la fecha de confección de este trabajo.

## LA RIOJA

### *Olta-Talva*

En la porción austral de la provincia, a unos 160 km al SO de la capital provincial, en el departamento General Belgrano, con acceso por la ruta nacional n° 79, se emplaza el único centro productor de piedra laja de la provincia y el más importante de toda la región del noroeste argentino. Acusa un ritmo de producción creciente merced a su buena aceptación en el mercado local, con extensión a las provincias de Córdoba, Buenos Aires y Capital Federal, y recientemente con la apertura de nuevos mercados en el norte y noreste argentino así como los del Paraguay y Brasil.

El relieve de la región, que cubre una superficie del orden de los 150 km<sup>2</sup> y se ubica al sur de la localidad de Olta, se caracteriza por presentar planicies en las que se destacan suaves lomadas. El ambiente geológico es el de las Sierras Pampeanas, representado localmente por la sierra de Los Llanos que se extiende en una serie de cordones de rumbo meridional a submeridional, con participación de elementos del basamento cristallino, principalmente esquistos micáceos, gneises y rocas graníticas, sobre los que se apoya una gruesa secuencia de sedimentitas continentales de los Estratos de Paganzo, representados por materiales de la F. Malanzan del Carbónico (piso I) y F. La Colina del Pérmico (Piso II), según DI PAOLA (1972). Los terre-



nos modernos están integrados principalmente por fragmentos de rocas, rodados y arenas, que cubren lenticularmente a las sedimentitas, y por capas de tierra vegetal (suelos) y eventualmente loess.

La F. Malanzan está identificada en el área con gruesos bancos conglomerádicos que contienen intercalaciones de areniscas y pelitas carbonosas; en cambio la F. La Colina está formada por fangolitas y areniscas finas rojizas, con estratificación entrecruzada, y niveles de tobas y areniscas tobáceas, de algunos decímetros hasta varios metros de potencia, de color blanco grisáceo a rosado y hasta morado, y de textura oolítica a nodular. Las rocas tobáceas se disponen en finos bancos de 2 a 10 cm de espesor en cuyas superficies se distinguen ondulitas, calcos de carga y restos de plantas.

Las características y disposición de la secuencia sedimentaria indican, DI PAOLA (op. cit.), un origen fluvio-lacustre con aporte de material volcánico.

La piedra laja que se aprovecha procede de las capas de areniscas tobáceas de la F. La Colina; las mismas se disponen, en general, en posición horizontal a subhorizontal, con potencias que oscilan normalmente entre 1 a 4 m. Las lajas presentan espesores que van de 2 a 10 cm, clasificándose comercialmente como lajas de primera, aquellas menores de 4 cm de grosor, y de segunda, las que varían entre 4 y 7 cm. Por lo común las canteras registran rendimientos que fluctúan entre 50-60% para las lajas denominadas de primera, 20-30% para las de segunda categoría y 10-30% para aquellas con espesores superiores a 7 cm que se emplean en la obtención de listones, escalones, muchetas, etc. Por tonelada de material se estima un rendimiento entre 12 y 22 m<sup>2</sup> entre lajas de primera y de segunda.

Varias son las canteras que se vienen trabajando, algunas con intermitencia, desde hace más de 20 años. Las que revisten mayor importancia en la actualidad son las conocidas como Don Nino, Nuestra Sra. de La Candelaria, El Rodeo, Talva, La Negra y América. Además de otras como Nicolás de Bari, Santa Rita y Cortés, desde hace tiempo inactivas.

**Nuestra Sra. de La Candelaria:** Se encuentra ubicada a ambos lados de la ruta n° 79, en el paraje Lomas Blancas, a unos 6 km al SE de la población de Olta, colindante con la cantera El Rodeo, en el distrito Ilear.

El material que constituye el yacimiento no aflora, por lo cual se realizan destapes de 4-5 m hasta alcanzar el techo de las sedimentitas aprovechables. La secuencia observada consiste en unos 3 m de sobrecarga que incluye un delgado horizonte de tierra vegetal y loess, areniscas cuarteadas y alteradas y bancos potentes (de 10 a 30 cm) de cuarcita conglomerádica de color pardo claro; le siguen otros 2 m de lajas de 12-10 a 5 cm de espesor y finalmente otros 2 m con lajas gris rosadas, de textura oolítica, con planos de fisilidad rugosa, que permiten una buena separación de las diferentes planchas; las mismas en su mayoría muestran un espesor de 3 a 5 cm. Por debajo de esa secuencia subyacen bancos de cuarcita tobácea de color pardo grisáceos con lajas de espesores mayores a los 10 cm.

Los bancos de piedra laja suelen encontrarse escasamente tectonizados; se presentan en posición subhorizontal hasta 2-5° de inclinación al NE y rumbos de dirección NO-SE.

En los frentes de la amplia superficie explotada, de casi 1,5 Ha, se puede apreciar en los 2-3 m que con-

tiene material lajoso aprovechable, unas 60 capas de primera categoría y unas 35 "filas" de lajas de segunda.

La cantera, que pertenece a la firma Nicolás Ochova, viene siendo explotada desde los últimos años de la década del cincuenta, con una producción (en diciembre de 1979), de aproximadamente 1.200 t mensuales; mediante una explotación en dos niveles con dos frentes de avance de orientación norte. La explotación se realiza en forma manual, con ayuda de una pala mecánica, para el desbroce o destape. Las chapas son cortadas en una medida standard de 1 m por 0,50 m y son remitidas a los aserraderos existentes en la provincia de Córdoba, para su comercialización.

**El Rodeo:** La propiedad, trabajada por la firma Manfredi-Romero, se encuentra ubicada a unos 7 km al SE de la localidad de Olta, inmediatamente al sur de la cantera Nuestra Sra. de La Candelaria, sobre la margen izquierda de la ruta nacional n° 79 en dirección a la población de Talva.

Se explota un banco de arenisca tobácea de 1,50 a 1,60 m de potencia, de textura oolítica característica y de color blanco grisáceo, a pardo claro en sectores, de posición subhorizontal, con un encape que oscila entre los 3 y los 6 m en el sector sur del yacimiento y hasta más de 10 en la porción central del mismo.

La arenisca lajosa que se trabaja contiene unas 35 a 40 capas o "filas" con espesores de 2,5 a 4 cm de espesor y unas 10 con un grosor que varía entre 4 y 8 cm. Sobre los bancos de lajas se dispone una arenisca rojiza de grano mediano a grueso que se presenta en una sucesión de bancos de 10 a 15 cm de espesor y una cubierta de tierra vegetal y de rodados.

Dos son los cortes de canteras existentes; las mismas muestran contornos irregulares y cubren una superficie del orden de la hectárea. En los referidos frentes es dable observar pequeñas fallas de acomodación gravitativa de corto rechazo y diaclasas de tensión.

La explotación se realiza manualmente, utilizándose una pala cargadora para extraer la sobrecarga. Las chapas de lajas que se obtienen presentan dimensiones de 1 m por 0,50 y 1,50 por 0,80 m.

La firma propietaria viene explotando el yacimiento desde hace unos 20 años. Su producción actual (diciembre de 1979) es del orden de las 500 t mensuales de lajas de primera.

CASTAÑO y ACEÑOLAZA (1968) estiman para la cantera, que cubre una superficie de 6 Ha, una reserva total superior a las 146.000 t de material aprovechable en sus distintas categorías.

**Don Nino:** Propiedad de la firma Antonio Benenatti, se ubica a 7 km al sur de Olta, colindante con el extremo sur de la cantera El Rodeo. La cantera se explota en forma continuada desde hace 2 años a un ritmo de 50-60 t mensuales.

La cantera ocupa una superficie de 3 Ha y la labor consiste en un pequeño corte subredondeado, cuyos frentes revelan características similares a las observadas en las canteras vecinas (El Rodeo y Nuestra Sra. de La Candelaria), con destapes de 4-5 m. La piedra laja se muestra en un espesor de 3,50 m, bien estratificada, donde es posible diferenciar hasta 70 "filas" o capas con espesores de 1 a 4 cm y unas 30 capas de lajas de 0,04 a 0,08 m de grosor. Sobre estos bancos suprayace una arenisca de granometría mediana a gruesa



hasta conglomerádica con una potencia de 3-3,50 m.

La Dirección Provincial de Minería de La Rioja (INFORME 102) ha estimado para todo el yacimiento una reserva de 111.753 t de lajas con espesores y dimensiones aprovechables.

*La Negra:* A pocos centenares de metros al sur de Don Nino, sobre la margen derecha de la ruta 79 en dirección a Talva, se localiza la cantera trabajada por la firma Daniel Baigorri. Se trata de una explotación rudimentaria trabajada en forma discontinua e irregular, con escaso desarrollo de labores.

En los pequeños frentes existentes se observa 4 m de encape compuesto de lajas descompuestas y cuarteadas, bancos de areniscas de granometría gruesa y, en sectores, tierra vegetal y loess. Por debajo de esta cubierta se destaca una arenisca oolítica, blanca grisácea, de 1,50 a 2 m de grosor, donde es posible diferenciar unas 30 "filas" o capas, de ellas la mitad corresponde a laja de primera y el resto a laja de segunda y mayores de 7 cm de espesor.

Por otra parte se aprecia en los frentes numerosas fracturas en diferentes direcciones que afectan al paquete sedimentario, y por ende las lajas que se obtienen son generalmente de dimensiones menores a las corrientemente producidas en el distrito. La producción de material seleccionado normalmente no supera las 20 t mensuales.

*América:* Ubicada a 8 km al sur de la localidad de Olta y aproximadamente a 200 m al este de la ruta nacional n° 79.

Al igual que las canteras descriptas precedentemente, la piedra laja que constituye el yacimiento consiste en arenisca tobácea con estructura oolítica de un color blanco grisáceo a rosado. La disposición de las capas es en general horizontal a sub-horizontal, con una cubierta variable (2-5 m) compuesta de areniscas muy trituradas, un manto de suelos con participación de loess y fragmentos de rocas.

Se identifica unos 50-60 cm de lajas gruesas (de 5-10 cm) intercaladas por escasas lajas finas y luego 2,50 m de lajas finas y medianas (de 2 a 10 cm), donde es posible contabilizar alrededor de 20 capas de primera categoría, 15 de segunda y el resto de lajas con espesores de 7 cm. COMBINA y HERNÁNDEZ (1973) estimaron una reserva de 87.780 t de lajas de primera (0,02-0,04 m) y 82.764 de segunda (0,04-0,07 m).

Los frentes irregulares que registra muestran diaclasas de tensión, verticales, y fracturas de acomodación gravitativa, de escaso rechazo y dirección NE-SO.

La propiedad cuyo titular es el Sr. Américo Dell'Orsi, en diciembre de 1979, cuando se visitó el área, se hallaba inactiva.

*Talva:* Se localiza en el paraje homónimo, a 15 km al sur de la localidad de Olta, al este de la sierra de Los Quinteros.

La piedra laja, de una coloración blanca con tinte rosado, consiste en una arenisca tobácea, algo limolítica, con estructura oolítica a nodular; se presenta en cuerpos de posición sub-horizontal con rumbos casi N-S e inclinaciones de 3 a 5° al E. En los cortes de explotación se suele apreciar fracturas verticales, de rumbos preferentemente NE-SO, que afectan a la sucesión sedimentaria.

Debajo de la cubierta de 0,50 a 0,70 m de loess con

rodados de rocas metamórficas e ígneas, se distinguen 2,50 a 3 m de bancos de areniscas muy laminadas pero en la mayoría de las veces muy descompuestas que la hace inutilizable para su explotación; prosigue luego 1,50 a 2 m de arenisca consistente, con buena laminosidad, de hasta 40 "filas" o capas en el espesor citado, con lajas de 2,5 a 7 cm de espesor.

La explotación se realiza por medio de dos cortes de cantera de formas irregulares, con una producción mensual del orden de las 350 t (diciembre de 1979).

El yacimiento de 15 Ha pertenece a la firma Temperini S.A. y viene siendo motivo de explotación a ritmo regular desde el año 1971. A partir del año 1978 se ha instalado en la misma cantera, un aserradero con diversos equipos de corte, que permite obtener lajas de primera y de segunda con tamaños de 1 por 0,60 m, además de listones, cordones, etc. El aserradero, además de ser utilizado para encuadrar y cortar la laja, se lo emplea en cortar bochones de mármol procedente de la sierra de Los Gigantes, Córdoba, y de travertino de San Juan.

## SALTA

### Sierra de Mojotoro

*Cantera Durán:* Concesión a nombre del Sr. Jaime Durán, se sitúa a unos 6 km al N de la ciudad de Salta, sobre el faldeo occidental del cerro Cachapoyas, unidad menor de la sierra de Mojotoro, en el departamento Capital; su acceso se realiza a través de la ruta nacional n° 9, desviándose por el camino que conduce a la Universidad Católica de Salta, desde donde deben recorrerse unos 1.000 m en dirección SE.

Su yacimiento está constituido por estratos de cuarcitas y areniscas cuarcíticas, asignadas a la F. Mojotoro, de edad Ordovícico inferior, que afloran desde la parte media a alta del cerro, aproximadamente en unos 100 m de extensión en sentido N-S a lo largo de su faldeo; se disponen en bancos de rumbo N 10-20° E y que, siguiendo la dirección de la pendiente del cerro, alcanzan inclinaciones de 35° al O. El banco de material útil (lajoso) en el sector que se explotaba cuando se visitó el yacimiento (julio de 1981), oscilaba entre 2 y 2,20 m de potencia, intercalado entre cuarcitas claras masivas; la del techo, de hasta 1 m de espesor, presentaba algunas intercalaciones arcillosas hacia arriba. El sistema principal de diaclasas es marcado en sentido E-O y posición subvertical. El encape, aparte de las cuarcitas masivas, lo constituye material de derrubio y tierra vegetal con espesores de hasta 1,5 metros.

El material que se extrae es una arenisca cuarcítica de grano mediano a fino, en casos con aspecto sacaroide, de color blanquecina a gris-blanquecina, con manchas amarillentas ocasionadas por óxidos e hidróxidos de hierro; presenta una estratificación paralela fina, lo que permite separaciones en lajas de 3 a 4 cm de espesor.

La cantera es trabajada en varias labores irregulares y de pequeñas dimensiones, que se distribuyen en unos 70-80 m en sentido N-S y 30 a 50 m perpendicularmente, sobre el faldeo del cerro, además de otras en las partes más altas del mismo. La producción era escasa y esporádica, siendo el material bajado has-



ta el pie del cerro (unos 40 m) en bloques y allí separado y formatizado en lajas y "listones" de muy variadas dimensiones.

*Cantera Muñoz:* Trabajada por el Sr. Cecilio Muñoz se sitúa, al igual que la anterior, sobre las primeras estrías occidentales de la Sierra de Mojotoro, en el paraje llamado Campo de Arrieta, a unos 2 km al N de la localidad de La Caldera y 25 km en la misma dirección de la ciudad de Salta.

Se trata de una serie de pequeños asomos entre material moderno y suelo vegetal, de areniscas cuarcíticas pertenecientes a la F. Mojotoro, en bancos con rumbos e inclinaciones variables. Este material es de color blanco-grisáceo, en algunos casos con manchas pardo-amarillentas, separado por planos de lajosidad cada 3 ó 4 cm y con algunas intercalaciones arcillosas con abundantes óxidos de hierro y manganeso.

Se trabaja en una serie de cortes de hasta 2,5 m de alto y pequeños destapes, situados en distintos puntos de la elevación y en una quebrada situada inmediatamente al norte.

## TUCUMAN

### *Sierra de La Ramada*

*Cantera Calera Aconquija:* En el campo de la firma homónima, sito en la pendiente oriental de la sierra en cuestión, departamento Burruyacu (ver Capítulo de Yeso), afloran filitas verde-grisáceas, sedosas al tacto con foliación de rumbo N 45° O y 35° de inclinación al NE, en un paquete visible en 8 m de espesor, con su parte superior meteorizada y manchada por óxidos, que se asignan a las metamorfitas de la F. Medina (Precámbrico).

Se presentan en lajas de dimensiones muy variables y de 2 a 5 cm de espesor, cortadas por tres sistemas de diaclasas, a saber: 1) rumbo N 70° E, subvertical; 2) N 60° O con 65-70° de inclinación al SO y 3) rumbo N-S, subvertical con tendencia al Oeste.

Su explotación, por parte de la empresa propietaria, ha sido escasa; actualmente se observa una pequeña labor irregular en el sector SE del afloramiento.



## BIBLIOGRAFIA

- ACEÑOLAZA, F. G., 1969: *Estudio geológico-económico de la Cantera Santa Margarita*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe nº 1107. Inédito.
- ACEÑOLAZA, F. G. y BERNASCONI, A., 1969: *Estudio geológico preliminar de la zona amiantífera de Jagüé, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Inédito.
- ACEÑOLAZA, F. G., BERNASCONI, A. y TOSELLI, A., 1971: *La precordillera de Jagüé. Su importancia geológica y estructural*. Acta Geol. Lilloana, XII, nº 14, p. 257-290. Tucumán.
- ACEÑOLAZA, F. G., TOSELLI, A. y BERNASCONI, A., 1975: *Investigaciones geológico-económicas sobre el distrito amiantífero de Jagüé, provincia de La Rioja, Argentina*. II Congr. Ibero-Americ. de Geol. Econ., t. V, p. 125-148. Buenos Aires.
- ACEÑOLAZA, F. G. y TOSELLI, A., 1977: *Esquema geológico de la Sierra de Ancastí, provincia de Catamarca*. Acta Geol. Lilloana, t. XIV, p. 233-259. Tucumán.
- 1981: *Geología del Noroeste Argentino*. Fac. de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.
- ACOSTA, G., 1974: *Cantera de yeso Rossana*. Dir. Prov. Min. de Catamarca. Informe inédito.
- AHLFELD, F., 1948: *Estudio geológico de yacimientos minerales de la provincia de Jujuy (Segunda Parte)*. Univ. Nac. Tucumán. Inst. Geol. y Min. Publ. nº 474. Jujuy.
- AHLFELD, F. y ANGELELLI, V., 1948: *Las especies minerales de la República Argentina*. Univ. Nac. Tucumán. Inst. Geol. y Min. Jujuy. Jujuy.
- ALABI, E. y ALCOPA, E., 1960: *Informe técnico sobre la mina "María Cristina", dpto. Tilcara, Jujuy*. Bco. Ind. Rca. Arg. Carpeta técnica nº 548. Inédito.
- ALCOPA, E. y PÉREZ GHIGLIA, A., 1958: *Informe técnico sobre la mina de boratos "Santo Domingo", dpto. Los Andes*. Bco. Ind. Rca. Arg. Carpeta técnica nº 892. Inédito.
- ALVAREZ, P. y HERNÁNDEZ, C., 1975: *Yacimientos de tobas volcánicas en el dpto. Independencia, pedanía Iglesia: canteras El Toba y El Diaguíta, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informes nº 252 y 1285. Inéditos.
- AMENGUAL, R., 1979: *Plan Salares. Prospección preliminar de los Salares de Jama, Olaroz, Cauchari y Pocitos, dptos. Susques y Los Andes*. Dir. Gral. de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico Minero II. Informe inédito.
- AMETRANO, S., DONARI, E. y PEZZUTI, N., 1977: *Estudio mineralógico de 19 muestras correspondientes a la Salina El Leoncito, provincia de La Rioja*. Secretaría de Estado de Minería, Serv. Minero Nacional, Informe inédito.
- AMOS, A. y ZARDINI, R., 1962: *Geología de algunos depósitos de arcilla de La Rioja*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XVIII, (nos. 1 y 2), p. 47-83, Buenos Aires.
- ANGELELLI, V., 1941: *Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina. Su geología y relaciones genéticas*. Dir. de Minas y Geología. Boletín 50. Buenos Aires.
- 1960: *Estudio geológico-minero del yacimiento de dolomita Campo El Cerrito, propiedad de Canteras Esquiú S.C. p. A.* Informe privado. Inédito.
- ANGELELLI, V. y EZCURRA, T., 1962: *Evaluación de los recursos naturales de la Argentina. Recursos Minerales*. Cons. Fed. de Inversiones, t. VI. Buenos Aires.
- ANGELELLI, V. y RAYCES, E., 1946: *Estudio geológico-minero del distrito cuprífero Capillitas, dpto. Andalgalá, Catamarca*. Dir. Gral. Fab. Mil. Informe inédito.
- ANGELELLI, V. y TRELLES, R., 1957: *Informe de la zona caolínica comprendida entre Aguada Mutquín y la quebrada de Siján*. Dir. Min. Geol., Carpeta 179. Inédito.
- ANGELELLI, V., BRODTKORB de, M., GORDILLO, C. y GAY, H., 1983: *Las especies minerales de la República Argentina*. Serv. Minero Nacional. Publicación Especial.
- ANGELELLI, V., SCHALAMUK, I. y CAGNONI, J., 1974: *La rodocrosita del yacimiento cuprífero de Capillitas, dpto. Andalgalá, pcia. de Catamarca, República Argentina*. R.A.G.A., t. XXIX, nº 1, p. 105-127, Buenos Aires.
- ANTUÑA, E. y UÑATEZ, E., 1959: *Informe técnico sobre los yacimientos de la Cía. Sudamericana de Cemento Portland Juan Minetti e hijos Ltda. S.A. Bco. Ind. Rca. Arg.*, Carpeta técnica nº 932. Inédito.
- ARIGOS, L., 1954: *Informe geológico preliminar de la Hoja 14c, Cerro Cumichango, La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min., Carpeta nº 141. Inédito.
- ARISTARAIN, L. y LATORRE, C., 1957: *Informe técnico sobre la Compañía Productora de Boratos S.A. Bco. Ind. Rca. Arg.*, Carpeta técnica nº 749. Inédito.
- ARISTARAIN, L., RUSANSKY, J. y WALKER, M., 1977: *Ulexita de Sijes, pcia. de Salta (Argentina) y características generales de la especie*. Obra del Centenario del Museo de La Plata, t. IV-Geología, p. 23-48, La Plata.
- ASPILCUETA, J., 1969: *Estudio geológico-económico de yeso zona Chamental. Yacimientos "Paz y Progreso" y "La Salvadora", dpto. Gob. Gordillo, La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min., Informe inédito.
- AURIEMMA, R., 1975: *Nuevas reservas de azufre en el Oeste de Catamarca, República Argentina*. II Congr. Iberoamericano de Geol. Econ., t. II, p. 7-22.



- AZCUY, C. y MORELLI, J., 1970: *Geología de la comarca Paganzo-Amaná. El grupo Paganzo, formaciones que lo componen y sus relaciones*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XXV, nº 4, p. 405-429, Buenos Aires.
- BALMACEDA, A., 1974: *Zona Los Mudaderos, Yacimientos de fluorita minas "Cora", "Juanita", "Elena" y "Ana". Estudio de las características geológicas y muestreo*. Dir. Prov. Geol. y Min. de Catamarca. Informe inédito.
- BARBER, E., 1979: *Estudio geológico del sector sur del cerro Quico, Tucumán*. Seminario Fac. Cienc. Nat. de la U.N.T. Inédito.
- BEDER, R., 1922: *Estudios geológico-económicos en la provincia de Catamarca*. Dir. Min. Geol. e Hidrogeol., Boletín 31, Buenos Aires.
- BENVENUTI, J., 1947: *Contribución al conocimiento geológico de la sierra de Ambato y los yacimientos de caolín en la zona de Mutquín*. Fac. Cs. Nat. y Museo La Plata. Tesis Doctoral nº 100. Inédita.
- BERNASCONI, A., 1970: *Contribución al conocimiento de la geología del Cordón de La Escarcha y Toro Negro, La Rioja*. Fac. Cs. Exact. y Nat., Univ. Nac. de Córdoba. Tesis Doctoral. Inédita.
- BETANCOURTH, E., 1977: *Mina "Videncia", cerro Loma Las Pircas, dpto. El Carmen, Jujuy*. Dir. Prov. Min. de Jujuy. Carpeta nº 161. Informe inédito.
- BOIERO, J. y CASTAÑO, O., 1969: *Canteras de travertino y ónix "Providencia"- "El Milagro", distr. Villa Castelli, dpto. Gral. Lamadrid, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe nº 1281-2. Inédito.
- BOSSI, G., 1969: *Geología y estratigrafía del sector S del valle de Choromoro*. Acta Geol. Lilloana, t. X, nº 2, p. 19-61. Tucumán.
- BRARDA, S., 1968: *Estudio del yacimiento Tacuile, dpto. Molinos, Salta. Informe acerca de planta de tratamiento*. Informe privado.
- BRODTKORF, A., 1979: *La Helvecia: un depósito estratoligado de plomo, cinc y baritina, pcia. de La Rioja*. Rev. de la Asoc. Geol. Argentina, t. XXXIV, nº 4, p. 311-330, Buenos Aires.
- CAAMAÑO (h), L., 1975: *Estudio geológico-económico de la cantera de calizas cristalinas El Salto, distr. Famatina, dpto. Famatina, La Rioja*. Com. Prom. Min. de La Rioja. Informe inédito.
- CABEZA, J. J., 1951: *Informe preliminar sobre algunos yacimientos de la provincia de La Rioja*. Dir. Nac. Min., Informe inédito.
- 1965: *Los yacimientos de crisotilo de la quebrada del Toro. Minas "Santa Clara" y "Virgen del Valle"*. Dir. Geol. y Min., Inédito.
- CABEZA, J. J. y CAFFARENA, R., 1965: *Yacimiento de crisotilo de Valle Hermoso. Estudio estadístico parcial de las minas "Ernesto" y "Remigio", dpto. Sarmiento, La Rioja*. Inst. Nac. de Geol. y Min., Informe nº 1029. Inédito.
- CAMINOS, R., 1979: *En Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cs. de Córdoba, t. I.
- CASTAÑO, O., 1965: *Características geológico-económicas del yacimiento "San Nicolás I y II", Distrito Vilgo, dpto. Independencia, La Rioja*. Dir. Prov. de Min. de La Rioja. Informe nº 1031. Inédito.
- 1968: *Estudio geológico-económico de la cantera Virgen del Carmen*. Dir. Prov. de Min. de La Rioja. Informe nº 1105. Inédito.
- 1969: *Estudio geológico-económico de la cantera Tui-zón*. Dir. Prov. de Min. de La Rioja. Informe nº 1110. Inédito.
- CASTAÑO, O. y ACEÑOLAZA, F., 1968: *Estudio geológico de la cantera Piedra Laja "El Rodco", d'istr. Itear, dpto. Gral. Belgrano*. Dir. Prov. de Min. de La Rioja. Informe inédito.
- CASTAÑO, O. y GREGORINI, J., 1968: *Estudio geológico-económico del yacimiento Santa Bárbara, distr. minero Santa Cruz, dpto. Castro Barros*. Dir. Gral. Min. de La Rioja. Informe nº 1248. Inédito.
- CASTAÑO, O. y RICCI, H., 1972: *Estudio geológico de los afloramientos travertínicos de la zona de Cuchilla Negra-Río Potrero Grande, distr. Cerro La Gloria, dpto. Gral. Lamadrid, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe nº 1283. Inédito.
- 1974: *Geología de los afloramientos travertínicos del Río Potrero Grande, Sierra de Famatina, La Rioja*. Rep. Arg. Consideraciones sobre reservas y posibilidades de los yacimientos. Actas V Congr. Geol. Arg., t. II, p. 55-67. Buenos Aires.
- CASTAÑO, O., RICCI, H. y TOSELLI, A., 1970: *Estudio geológico-económico de las calizas de la zona de Guandacol, dpto. Gral. Lavalle, La Rioja*. Dir. Prov. Min. La Rioja. Informe nº 72. Inédito.
- CATALANO, R. L., 1926: *Yacimientos caolínicos del valle Los Sauces, La Rioja*. Dir. Gral. de Minas, Geol. e Hidrolog., Pub. nº 22. Buenos Aires.
- 1926: *Geología económica de los yacimientos de boratos y materiales de las cuencas Salar de Cauchari, Puna de Atacama*. Dir. Gral. de Minas, Geol. e Hidrolog., Pub. nº 23. Buenos Aires.
- 1927: *Geología química de los boratos, formación de las cuencas y características generales de las superficies de los salares, Puna de Atacama*. Dir. Gral. de Minas, Geol. e Hidrolog., Pub. nº 28. Buenos Aires.
- 1930: *Boratera de Coyahuaima*. Dir. Gral. Minas, Geol. e Hidrogeol., Pub. nº 89. Buenos Aires.
- CHIRILA, V. y PASQUIN, C., 1951: *Cantera de mármol travertino con fajas de ónix Las Cuevas, dpto. Rosario de Lerma, Salta*. Bco. Ind. Rep. Arg., Informe nº 475. Inédito.
- CIRCEO-UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN, 1980: *Estudio geológico y de recursos mineros de la sierra de Quilmes. Circunscripción Tafí del Valle. Pcia. de Tucumán*. Dir. Prov. de Minas de Tucumán. Inédito.
- COMBINA, M., 1979: *Evaluación geológica y cálculo de reservas de la cantera de mármol Nueva Esperanza, distr. Potrero Grande, dpto. Gral. Sarmiento, La Rioja*. Dir. Prov. Min. La Rioja. Inédito.
- COMBINA, M. y HERNÁNDEZ, A., 1972: *Cantera "América", distr. Itear, dpto. Gral. Belgrano, La Rioja*. Dir. Prov. Min. La Rioja. Informe inédito.
- COMBINA, M. y MÁRQUEZ, M., 1974: *Prospección por yeso en la zona de San Ramón-El Portezuelo, La Rioja*. Dir. Prov. Min. La Rioja. Informe inédito.



- COMBINA, M. y PASSARELLO, J. C., 1980: *Plan salinas y sulfateras del noroeste riojano: Laguna Brava*. Dir. Prov. Min. La Rioja. Informe inédito.
- CORDINI, R., 1950: *Contribución al conocimiento de los cuerpos salinos de Argentina: Colorado Grande-Choique-Cuerpos salinos de la fosa de Ultracan-Acha-Salital y salina de Pocitos-Salinas Chicas y Chasicó*. Dir. Gral. Ind. y Min., Anales III, p. 56-74. Buenos Aires.
- CUOMO, J. R., 1954: *Estudio geológico-minero de los yacimientos de azufre de la cumbre austral de la Alta Cordillera de Cori*. Fac. de Cs. Nat. y Museo La Plata. Tesis doctoral n° 342. Inédita.
- DANIELI, C., 1963: *Noticias preliminares sobre el hallazgo de un yacimiento de caliza cristalina en la provincia de Tucumán*. Acta Geológica Lilloana. Tucumán.
- DAWSON, L., 1964: *Inventario minero de la pcia. de La Rioja. Estudios preliminares de la mina "Victoria" (baritina), mina "Ernesto" (baritina), mina "Virgen del Carmen" (cobre); minas de mica al S del cerro Asperecito, dpto. Gral. Lamadrid y mina "Quebrachito" (plomo), Capital, pcia. de La Rioja*. Inst. Nac. de Geol. y Min., Carpeta 621. Inédito.
- 1971: *Yacimientos de azufre de la provincia de Catamarca*. Serv. Nac. Minero Geológico. Informe n° 332. Inédito.
- DE ALBA, E., 1954: *Descripción geológica de la Hoja 16c, Villa Unión (Provincia de La Rioja)*. Direc. Nac. de Minería. Boletín 82.
- DE LA IGLESIA, V. y ACOSTA, G., 1975: *Zona Los Mudaderos. Yacimientos de fluorita minas "Cora", "Juanita", "Elena" y "Ana"*. Cubicación. Dir. Prov. de Geol. y Min. de Catamarca. Informe inédito.
- DE LOS HOYOS, L., 1968: *Depósitos de baritina del área de Moya, dpto. Tilcara*. Dir. Prov. de Min. de Jujuy. Informe inédito.
- 1978: *Proyecto especial borateras de Guayatayoc*. Serv. Minero Nacional. Informe inédito.
- DI PAOLA, E., 1972: *Litología de la sección media del Grupo Paganzo en las comarcas de Paganzo-Amaná y Olta-Malanzan, provincia de La Rioja, Rep. Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVII, n° 2. Buenos Aires.
- DIRECCIÓN GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES, 1976: *Exploración minera de la región NOA (Salta-Jujuy). Síntesis informativa sobre la prospección por recursos fosfáticos*. D.G.F.M.-Naciones Unidas. Informe inédito.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINAS DE LA RIOJA, 1970: *Reconocimiento geológico-económico de los yacimientos de baritina y fluorita del distrito minero Talampaya*. La Rioja. Dir. Prov. de Min. de La Rioja. Informe inédito.
- 1979: *Cantera "Don Nino", distr. Ilear, dpto. Gral. Belgrano, La Rioja*. Informe n° 102. Inédito.
- ESTADÍSTICA MINERA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA, 1945-1979.
- FURQUE, G., 1963: *Descripción geológica de la Hoja 17b-Guandacol, Provincias de La Rioja y San Juan*. Dir. Nac. Geol. y Min. Boletín n° 92. Buenos Aires.
- 1972a: *Descripción geológica de la Hoja 16b-Cerro La Bolsa, Provincias de La Rioja y San Juan*. Serv. Nac. Min. Geol., Boletín n° 125. Buenos Aires.
- 1972b: *Los movimientos caledónicos en Argentina*. Rev. Museo La Plata, VIII, Geol. 65, p. 129-136. La Plata.
- GALLINO, L., 1972: *Informe técnico sobre cantera Pucará, dpto. Rinconada, Jujuy*. Bco. Nac. Des. Carpeta técnica n° 67. Inédito.
- 1979: *Informe técnico mina "Ruth", distr. El Moreno, dpto. Tumbaya, Jujuy*. Bco. Nac. Des. Carpeta técnica n° 1651. Inédito.
- GALLINO, L. y CANDIANI, J., 1972: *Informe técnico sobre el yacimiento de mármol ónix de Pozo Bravo, dpto. La Poma, Salta*. Bco. Nac. Des. Carpeta técnica n° 1372. Inédito.
- GALLONI, E., 1950: *The crystal structure of ferroan zincian rhodochrosite*. Am. Min. 27, p. 562-570. USA.
- GARRIGOU, J. C., 1974: *Informe técnico sobre las minas de boratos Pampa Ciénaga y Purmamarca, Salar Centenario, Salta*. Bco. Nac. Des. Carpeta técnica n° 1504. Inédito.
- GÓMEZ OMIL, J., 1976a: *Informe preliminar mina "Natacia", distr. El Colorado, dpto. Tumbaya, Jujuy*. Dir. Prov. Min. de Jujuy. Informe inédito.
- 1976b: *Reconocimiento expeditivo cerro Jarunco, distr. El Colorado, dpto. Tumbaya, Jujuy*. Dir. Prov. Min. de Jujuy. Carpeta n° 145. Informe inédito.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950: *Geología y petrología de las Hojas Geológicas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgala)*. Dir. Gral. Ind. Min., Boletín 70. Buenos Aires.
- 1952: *Los supuestos depósitos de caolín de la falda occidental del cordón de Ambato, Catamarca*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. VII, n° 3, p. 157-189. Buenos Aires.
- 1960: *Estudio mineralógico del asbesto crisotílico de Valle Hermoso, La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min. Carpeta n° 563. Inédito.
- 1962: *Geología y estimación de reservas de los depósitos de amianto antofilitico y crisotílico de las zonas de "Polanco" y "Santa Clara", La Rioja*. Minamianto S.A.M.I. Informe privado. Inédito.
- 1978: *Descripción geológica de la Hoja 14f-San Fernando del Valle de Catamarca, pcias. de Catamarca y Tucumán*. Secr. Est. Min. Serv. Geol. Nac., Boletín n° 160. Bs. As.
- GONZÁLEZ, R. R. y colaboradores - Fundación Miguel Lillo, 1978: *Evaluación de calizas riojanas. Area I: Ríos Guandacol-El Tambo*. Dir. Prov. Min. La Rioja. Informe inédito.
- GRANDI, P., 1974: *Informe técnico del yacimiento de ulexita del Salar de Ratones, dpto. Los Andes, Salta*. Bco. Nac. Des., Carpeta técnica n° 626. Inédito.
- GUERRERO, A., 1969: *Reconocimiento expeditivo de los depósitos granatíferos de la sierra de Umango*. Plan Cordillera Norte - Dir. Nac. de Geol. y Min. Informe n° 111. Inédito.
- HAYASE, K., 1975: *Yacimientos de azufre volcánico en América del Sur*. II Congr. Iberoamericano de Geol. Econ., t. II, p. 277-294. Buenos Aires.
- HAYASE, K. y PROZZI, C. A., 1966: *Génesis de los yacimientos de sillimanita de Tacuñ (Salta)*. Actas III Jorn. Geol. Arg., t. II, p. 151-171. Buenos Aires.
- 1970: *Génesis de yacimientos de sillimanita de Tacuñ, en el dpto. Molinos, pcia. de Salta, República Argentina*. R.A.G.A., t. XXV, n° 1, p. 75-87. Buenos Aires.
- HERNÁNDEZ, C. A., 1975a: *Estudio geológico-económico de los yacimientos de yeso de Patquía Viejo*. Dir. Prov. Min. de La Rioja, informes n° 1600 y 1601. Inéditos.



- 1975b: *Estudio geológico-económico de la cantera de yeso Noñolo, distr. Sierra Brava, dpto. Capital, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe n° 1602. Inédito.
- 1976: *Estudio geológico de mina de baritina-galena "Santa María II", distr. Las Jarillas, dpto. Gral. Lamadrid, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe inédito.
- HERNÁNDEZ, C. A. y COMBINA, M., 1972: *Reconocimiento geológico-económico expeditivo de la cantera La Torrecina Segunda, distr. Chila, dpto. Angel V. Peñañoza, Dir. Prov. Min. de La Rioja*. Informes n° 1050 y 1051. Inéditos.
- HERRERA, A., 1964: *Las pegmatitas de la provincia de Catamarca. Estructura interna, mineralogía y génesis*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XIX, n° 1, p. 35-56. Buenos Aires.
- 1971: *Pegmatitas de la sierra de Velasco y de la sierra Brava, pcia. de La Rioja. Estructura, mineralogía y génesis*. Serv. Nac. Minero Geológico. Informe inédito.
- HILLAR, M., 1964: *El yacimiento de cuarzo y wolframita de Piedras Blancas en el cerro Quico, dpto. de Graneros, Tucumán*. Rev. Minera, t. XXVII, n° 1. Buenos Aires.
- ICARZÁBAL, A. P. 1978: *La laguna de Pozuelos y su ambiente salino (dpto. Rinconada), pcia. de Jujuy*. Acta Geol. Lilloana 15 (1), p. 79-104. Tucumán.
- 1979: *Los rasgos geomorfológicos y su relación con el origen del salar de Pastos Grandes, dpto. Los Andes, pcia. de Salta*. Actas del VII Congr. Geol. Arg., t. I, p. 199-213. Buenos Aires.
- ICARZÁBAL, A. P. y POPPI, J., 1980: *El Salar del Hombre Muerto*. Acta Geol. Lilloana, t. XV, n° 2. Tucumán.
- INÍGUEZ, A. M., 1973: *Perspectiva del mercado y disponibilidad en materia prima para productos cerámicos refractarios y arcillas en la provincia de La Rioja*. Convenio LEMIT-CFI. Informe inédito.
- INÍGUEZ, A. M. y ZALBA, P., 1979: *Carboniferous clays of the Paganzo Group, La Rioja, República Argentina*. IX Int. Congr. of Carbonif. Stratigr. and Geology, Illinois, USA.
- JONHSON, G., 1948: *Informe sobre la mina de carbonato de sodio "Santa María", cerro Rincón, Salta*. Bco. Ind. Rep. Arg., Informe n° 777. Inédito.
- JURADO MARRÓN, H., 1978a: *Canteras "Inca", "Mónica" y "Laurita" de mármol ónix, pcia. de Catamarca*. Dir. Prov. de Geol. y Min. de Catamarca. Informe inédito.
- 1978b: *Las calizas del Este de la provincia de Catamarca, inspección y reconocimiento geológico preliminar*. Dir. Prov. Min. de Catamarca. Informe inédito.
- 1978c: *Mina "Quljo-Huasi"*. Dir. Prov. Min. de Catamarca. Informe inédito.
- 1978d: *Informe del plan de estudios geológico-mineros de yacimientos de mica en los dptos. Ambato y Capital (Grupo Humaya), pcia. de Catamarca*. Dir. Prov. Min. de Catamarca. Informe inédito.
- 1979: *Informe geológico-minero de la mina "Dos Conos", dpto. Tinogasta, Catamarca*. Dir. Prov. Min. de Catamarca. Informe inédito.
- JUTORÁN, A., 1956: *Informe amianto Bolsón de Jagüé, dpto. Gral. Sarmiento, La Rioja*. Dir. Nac. Minería, Carpeta 335. Inédito.
- 1970: *Preliminary report on fluorite in the zone of Co. Chus-Chus, department Gral. Sarmiento, province of La Rioja, Argentina. Estimation of additional fluorite reserves in the Co. Chus-Chus*. Informe privado. Inédito.
- KITTL, E., 1940: *Los yacimientos cupríferos de la República Argentina y su explotabilidad*. Rev. Minera, t. XI, n° 14. Buenos Aires.
- KULL, V., 1944: *Caracteres generales de las pegmatitas en los alrededores de Catamarca en relación con los yacimientos de mica*. Dir. Min. Geol. e Hidrogeol. Carpeta 137. Informe inédito.
- LAVANDAIO, E., 1968: *Estudio geológico-económico del distrito grafitico Villa Unión, La Rioja*. Inst. Nac. de Geol. y Min. Informe n° 657. Inédito.
- 1973: *Geología del sector Tolar-Cuchilla Negra, Sierra de Famatina, La Rioja, Argentina*. Actas V Congr. Geol. Arg., t. IV, p. 41-54. Buenos Aires.
- LAWRENCE, R., 1970: *Informe a la Dir. Prov. de Minería de La Rioja, sobre depósitos de crisotilo denominados "Virgen del Valle" y "Santa Clara", ubicados en el distrito Jagüé*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe n° 1015. Inédito.
- LEGUIZAMÓN DE AURIEMMA, A. 1974: *Aspectos geológicos y petrológicos del basamento cristalino en las sierras de El Alto y parte norte de Ancasti, pcia. de Catamarca*. Fac. Cs. Nat. y Museo de La Plata. Tesis doctoral n° 332. Inédita.
- LENCINAS, A. y FAS, R., 1958: *Estudio geológico-minero cantera "El Morro" (El Cerrito S.R.L.), Esquíú, dpto. La Paz, Catamarca*. Informe privado. Inédito.
- LIZARRAGA, A. C., 1974: *Informe final, estudio cantera "Pucará", distr. Cusi-Cusi, dpto. Santa Catalina, Jujuy*. Dir. Prov. de Min. de Jujuy. Informe inédito.
- LIZARRAGA, A. y RAMALLO, E., 1977: *Resultados de los trabajos de exploración geológica por fosforita en la zona de Cargadero Chauque, Zapla, dpto. Capital, Jujuy*. Dir. Prov. de Min. de Jujuy. Carpeta 158. Informe inédito.
- LÓPEZ, R., 1980: *Reseña geológica minera de las arcillas del noroeste argentino*. Revista Minería, Año XVIII, n° 206. Buenos Aires.
- LÓPEZ PAVÓN, C., 1967: *Informe técnico sobre las minas de azufre del área del volcán Llullailaco, dpto. Los Andes, Salta*. Bco. Ind. Rep. Arg., Carpeta n° 1578. Inédito.
- 1972: *Informe técnico de las minas de mica de la Sierra Brava, dpto. Capital, La Rioja*. Bco. Nac. Des., Carpeta técnica n° 1357. Inédito.
- LUDUEÑA, PONCIO, SCHULTHEISS y ASOCIADOS, CONSULTORA, 1979: *Investigación integral de calizas cristalinas y mármoles, Catamarca*. Consejo Fed. de Inversiones. Informe inédito.
- LUNA REYEROS, A., 1968: *Yacimientos de caliza en la provincia de Tucumán*. Univ. Nac. de Tucumán, Fac. de Cs. Nat. Tesis doctoral. Inédita.
- LYONS, A., 1949: *Rocas de aplicación usadas por el Ferrocarril Central Norte Argentino*. Fac. Cs. Nat. y Museo de La Plata. Tesis doctoral n° 143. Inédita.
- MAISONAVE, H. M., 1979: *Descripción geológica de la Hoja 14-Cerros Cuminchango, pcias. de La Rioja y Catamarca*. Secr. Est. Min.-Serv. Geol. Nac., Boletín n° 162. Buenos Aires.



- MALDONADO BAUMMAN, F., 1953: *Informe relativo a la visita efectuada a la mina y planta de azufre "Betty", dpto. Susques, Jujuy*. Bco. Ind. Rep. Arg., Carpeta técnica nº 95. Inédito.
- MANSFELD, F., 1943: *En busca de la Rosa del Inca*. Bs Aires.
- MÁRQUEZ, M., 1970: *Informe de la cantera de material calcáreo de Maimará, dpto. Tilcara, Jujuy*. Dir. Prov. Min. de Jujuy. Carpeta nº 95. Inédito.
- MASTANDREA, O., 1960: *Estudio expeditivo geológico-económico de los yacimientos de baritina de Agua Quemada, distr. Amaná, dpto. Independencia, La Rioja*. Dir. Nac. de Geol. y Min., Informe nº 860. Inédito.
- 1962: *Informe expeditivo geológico-económico de los yacimientos de baritina de Bajo de las Minas, distr. Amaná, dpto. Independencia, La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min., Informe nº 861. Inédito.
- 1970: *Exploración de arcillas en Estancia Los Colorados, dpto. Independencia, La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min., Informe inédito.
- MASTANDREA, O. y DAWSON, L., 1962: *Yacimiento de rocas calcáreas de Las Lomitas, dpto. Gral. Roca, La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min., Carpeta nº 509. Inédito.
- MASTANDREA, O. y LEANZA, H., 1975: *Los estratos con Llingula del Norte Argentino y su importancia como fuente de fosfatos*. II Congr. Iberoamericano de Geol. Económica, t. II, p. 445-458. Buenos Aires.
- MASTANDREA, O. y VALDÉZ, R., 1968: *Estudio geológico-económico expeditivo de los yacimientos de baritina y fluorita zona Villa Castelli y Villa Unión, pcia. de La Rioja*. Dir. Prov. de Min. de La Rioja. Informe nº 32. Inédito.
- MATTHEUS, B. G. y GARCÍA, J., 1974: *Informe preliminar sobre el yacimiento de yeso cantera El Chorro, dpto. Tilcara, Jujuy*. Dir. Prov. Min. de Jujuy, Carpeta nº 149. Inédito.
- MEILÁN, D., 1980: *Informe técnico sobre la mina de baritina "Mono Abra". Bco. Nac. Des., Carpeta técnica nº 171 (As.: Geberovich Hnos.)*. Informe inédito.
- MÉNDEZ, V., TURNER, J. C., NAVARINI, A., AMENGUAL, R. y VIEIRA, V., 1979: *Geología de la región NO, pcias. de Salta y Jujuy*. Dir. Gral. de Fabr. Mil., Buenos Aires.
- MEZZETTI, A. M., 1960b: *Distrito minero Talampaya, dpto. Chilecito, pcia. de La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min., Informe nº 928. Inédito.
- 1960: *Distrito minero La Puntilla, dpto. Gral. Lamadrid, La Rioja. Baritina*. Dir. Prov. de Min. de La Rioja. Informe nº 131. Inédito.
- MON, R. y URDANETA, A., 1972: *Introducción a la geología de Tucumán, Rep. Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XXVII, nº 3, p. 309-329. Buenos Aires.
- MORENO, J., 1970: *Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico superior en la cuenca del NO Argentino, con especial mención de los subgrupos Balbuena y Santa Bárbara*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. XXV, nº 1, p. 9-44. Bs. Aires.
- MURICI, J., 1960: *El yacimiento de amianto de crisotilo de Valle Hermoso*. An. Primeras Jorn. Geol. Arg., t. III, p. 233-248. Buenos Aires.
- MURICI, J. y CANDIANI, J., 1956: *La Cañadita, dpto. Cerrillos, Salta*. Bco. Ind. Rep. Arg., Carpeta técnica nº 818. Inédito.
- NAVARRO, H., 1975: *Proyecto de exploración por rodocrosita en el distrito minero Capillitas, Andalgalá, Catamarca*. Dir. Gral. Fabr. Mil., Informe nº 270. Inédito.
- NAVARRO GARCÍA, L. F., 1975: *Cantera de piedra caliza "Ojo de Agua", dpto. Ancasti, Catamarca*. Dir. Nac. Prom. Min., Agencia Catamarca, Informe inédito.
- NICOLLI, H., 1979: *Geoquímica de aguas y salmueras de cuencas evaporíticas de la Puna*. Conferencia Acad. Nac. de Cs. Ex., Fis. y Nat. de Córdoba.
- NICOLLI, H., SURIANO, J., KINSA, J. y BRODTKORB, A., 1980: *Características geoquímicas generales de aguas y salmueras de la Puna argentina*. Com. Nac. de Investig. Espaciales. Dpto. Geología Económica.
- NIETO, M. y BEIRAS, J., 1968: *Prospección areal de cuerpos serpentínicos y cálculo porcentual de fibras crisotílicas en algunos yacimientos de la provincia de La Rioja*. Inst. Nac. Geol. y Min., Informe nº 481. Inédito.
- OLIVERI, J. C., 1948: *Informe sobre los yacimientos de mica del Espinillo y del Zapallar, dpto. Andalgalá, pcia. de Catamarca*. Dir. Minas y Geol., Carpeta nº 234. Inédito.
- 1956: *Estudio geológico-económico de las minas de asbesto "Santa Rosa" y "Santa Julia", La Mesada, dpto. Tinogasta, Catamarca*. Dir. Prov. de Min. de Catamarca, Informe inédito.
- PADULA, V., 1971: *Información sobre posibilidades de bloques de travertino y calizas cristalinas de las zonas de Villa Castelli y Guandacol, respectivamente, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe nº 253. Inédito.
- PAGES, C., 1967: *Informe sobre los depósitos de sillimanita de Tacuil, pcia. de Salta*. Inst. Nac. Geol. y Minería. Carpeta nº 952. Inédito.
- PASCUAL, J. y WELFINGER, C., 1955: *Informe técnico sobre la mina de sulfato de sodio de Laguna Socompa, dpto. Los Andes*. Bco. Ind. Rep. Arg., Carpeta técnica nº 77. Inédito.
- PASSARELLO, J. C., 1977: *Evaluación geológica y cálculo de reservas de la salina El Leoncito, dpto. Gral. Lamadrid, La Rioja*. Dir. Gral. Min. La Rioja. Informe inédito.
- 1979: *Evaluación geológica y cálculo de reservas de la cantera Difunta Correa*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe nº 1114. Inédito.
- PASQUIN, C., 1953: *Informe técnico sobre el yacimiento de mica denominado "17 de Octubre", dpto. Cafayate, paraje Alto Michi, Salta*. Bco. Ind. Rep. Arg., Carpeta técnica nº 563. Inédito.
- 1970: *Informe técnico sobre "Cerro Blanco", Cía. Minera Tacuil S.R.L. Bco. Ind. Rep. Arg.* Carpeta técnica nº 1235. Inédito.
- 1974: *Informe técnico sobre las canteras de granito negro de Santa Rosa de Tastil y de ónix de Susques*. Bco. Nac. Des., Carpeta técnica nº 1546. Inédito.
- PEÑA, H., 1970: *Minerales y rocas de aplicación de la provincia de Tucumán*. Dirección Provincial de Minas, Tucumán.
- 1972: *Las pegmatitas micacíferas del cerro Pichao, Colalao del Valle, dpto. Tafí, Tucumán*. Dir. Prov. de Minas de Tucumán. Informe inédito.
- 1974: *Pegmatitas micacíferas de las sierras de Quilmes o El Cajón, dpto. Tafí, pcia. de Tucumán*. Boletín Minero de la Dir. Prov. Minas de Tucumán, Año 1, nº 1. Inédito.



- PERUCA, J. 1975: *Yacimientos de ocre limoníticos de Corral Amarillo, La Rioja*. Informe privado.
- PETEC, E., 1969. *Informe mina "Dal"*. Dir. Prov. de Geol. y Min. de Catamarca. Informe inédito.
- PLAN LA RIOJA-SERVICIO MINERO NACIONAL, 1980: *Investigación de las manifestaciones de baritina y minerales asociados de la pcia. de La Rioja*. Plan La Rioja-Serv. Min. Nac. En ejecución.
- PLAN MÁRMOL-DIR. PROV. MIN. DE SALTA, 1976. Informe inédito.
- PORTO, J. C., 1959: *Pegmatitas micacíferas de las minas "Pichao" y "Alto Cazadero", cerro Pichao-Sierra Oriental de Quilmes, Tucumán*. Dir. Prov. de Minas de Tucumán. Informe inédito.
- 1971: *Las pegmatitas de la parte austral en la ladera occidental de las Cumbres Calchaquies, pcia. de Tucumán*. Primer Simposio Nac. de Geol. Econ., t. II, p. 326-337. San Juan.
- QUARTINO, B., RINALDI, C. y MAISTERRENA, E., 1975: *Estudio sobre el aprovechamiento de caliza en condiciones geográficas límites en las Cumbres Calchaquies, pcia. de Tucumán*. II Congr. Iberoam. de Geol. Econ., t. III, p. 21-33, Buenos Aires.
- QUARTINO, B., ZARDINI, R. y LLORENTE, R., 1971: *Estudio geológico económico de los yacimientos de perlita "Taurus" y "Anfilitre". Salar de Pocitos, pcia. de Salta*. Primer Simp. Nac. de Geol. Econ., t. II, p. 337-351. San Juan.
- QUIROGA, P., 1965: *Plan de exploración de las minas "Virgen del Valle" y "Santa Clara", La Rioja*. Inst. Nac. de Geol. Min. Informe inédito.
- RADICE, M., 1949: *Contribución al conocimiento mineralógico de la rodocrosita de yacimientos argentinos*. Rev. Museo de La Plata, Sec. Geol. IV, p. 247-321. La Plata.
- REICHERT, F., 1907: *Los yacimientos de boratos y otros productos minerales explotables del territorio de Los Andes (Puna de Atacama)*. An. Min. Agr. Sección Geol., Mineral. y Min., t. II, nº 2, Buenos Aires.
- REVERBERI, O., 1960: *Estudio preliminar de la mina "Santa María", paraje Cerro Rincón, dpto. Los Andes, pcia. de Salta*. Dir. Nac. Geol. y Min., Carpeta 601. Informe inédito.
- 1961: *Estudio preliminar azufrera "Santa Bárbara", distr. El Palmar, dpto. Santa Bárbara, Jujuy*. Dir. Nac. Geol. y Min., Carpeta 484. Inédito.
- 1963: *Contribución al estudio de los yacimientos de boratos de Argentina. Cuenca de Cauchari-Olaroz, Jujuy*. Dir. Nac. Geol. y Min., Informe inédito.
- 1966: *Los yacimientos caoliníferos de Tafna, distr. Tafna, dpto. Yavi, Jujuy*. Inst. Nac. Geol. y Min. Informe nº 1027. Inédito.
- 1968: *Estudio geo-económico Salinas Grandes, dpto. Tumbaya, Jujuy*. Inst. Nac. de Geol. y Min. Informe nº 296. Inédito.
- 1968a: *Boratera Turilari, distr. Turilari, dpto. Susques, Jujuy*. Inst. Nac. de Geol. y Min. Carpeta 625. Informe inédito.
- 1968b: *Mina "Edith" (Boratera de Coyaguayma), distr. Coyaguayma, dpto. Rinconada, pcia. de Jujuy*. Inst. Nac. de Geol. y Min. Carpeta nº 582. Informe inédito.
- 1968c: *Contribución al estudio de los yacimientos de boratos de Argentina. Laguna Guayatayoc, dptos. Cochínoca y Tumbaya*. Inst. Nac. de Geol. y Min., Carpeta nº 719. Inédito.
- RICCI, H. J., 1971: *Geología y evaluación preliminar de las pegmatitas de las sierras de Velazco, dpto. Capital, Sanagasta y Castro Barros, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe inédito.
- RICCI, H. J. y HERNÁNDEZ, C., 1972: *Estudio geológico-minero de las calizas cristalinas de la quebrada de Chorrillos, dpto. Gral. Lavalle, La Rioja*. Dir. Prov. Min. La Rioja. Informe nº 1031. Inédito.
- RIGGI, M. T. DE, 1969: *Azufre. Panorama actualizado*. Rev. de la Dir. Nac. Geol. y Min., Mayo-Agosto, p. 31-53, Buenos Aires.
- ROMANI, R. R., 1961: *Yacimiento dolomítico Tumbaya, Jujuy (Memoria sobre una experiencia de explotación y una detallada exploración con cálculo de reserva)*. Dir. Prov. Min. Jujuy, Carpeta 116. Informe inédito.
- ROSSI, N., 1980: *Los supuestos depósitos de caolín de la quebrada de Los Sauces, pcia. de La Rioja*. Revista Minería, Año XVIII, nº 210. Buenos Aires.
- ROSSI, N. y GONZÁLEZ, O., 1970: *Arcillas de La Rioja*. Inst. Nac. de Geol. y Minería. Informe inédito.
- RUIZ HUIDOBRO, O., 1968: *Descripción geológica de la Hoja 7e, Salta, pcias. de Salta y Jujuy*. Inst. Nac. Geol. y Min. Boletín 109. Buenos Aires.
- 1972: *Descripción geológica de la Hoja 11e, Santa María*. Serv. Nac. Min. Geol., Boletín 134. Buenos Aires.
- SALFITY, J., OMARINI, B., BALDIS, B. y GUTIÉRREZ, W., 1976: *Consideraciones sobre la evolución geológica del Precámbrico y Paleozoico del Norte Argentino*. Actas II Congr. Iber. Amer. Geol. Econ., IV, p. 341-361. Bs. As.
- SÁNCHEZ, C. y PARISI, J., 1955: *Los depósitos de granate de la mina "Matilde" y del cateo El Cordobés, dpto. Lamadrid, pcia. de La Rioja*. Bco. Ind. Rep. Arg., Informe nº 602. Inédito.
- SANDRUSS, A., 1978: *Estudio geológico-minero del yacimiento boratífero de Laguna de Guayatayoc, distr. Quebrada, dptos. Cochínoca, Tumbaya, pcia. de Jujuy*. Dir. Prov. de Min. de Jujuy. Informe inédito.
- SCHALAMUK, I., FERNÁNDEZ, R. y ETCHEVERRY, R., 1981: *Depósitos sericitico-pirofiliticos de la quebrada de Chuschín, dpto. Lavalle, La Rioja*. Actas VIII Congr. Geol. Arg., t. IV, p. 517-533.
- SCHLAGINTWEIT, O., 1937: *Observaciones estratigráficas del Norte Argentino*. Inf. Petrol., Bol. XIV, 156, p. 1-49. Buenos Aires.
- SCROSSO, P., 1943: *Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino*. Dir. Gral. de Minas y Geología. Bol. nº 53.
- 1947: *Informe sobre el yacimiento de caolín de Mutquín, Catamarca*. Dir. Gral. Ind. Minería. Informe inédito.
- SISTER, R. G., 1960: *Estudio geológico-económico de la mina "Helvecia", dpto. Gral. Belgrano, pcia. de La Rioja*. Dir. Nac. de Geol. y Min. Anales XII. Buenos Aires.
- SISTER, R. y CARRIÓN, D., 1957: *Informe sobre calizas cristalinas portadoras de carbono gráfico de la Sierra de La Ramadita, Villa Unión, y proyecto de exploración*. Dir. Nac. Min. Informe nº 797. Inédito.



- STELZNER, A., 1885: *Contribución a la Geología Argentina (traducción del alemán)*. Act. Acad. Nac. Cien. Córdoba, VIII, p. 168, 1923/4. Córdoba.
- SUAYTER, L. y URDANETA, A., 1974: *Estudio y evaluación de los depósitos de calcáreos y yeso de la sierra de La Ramadita y zonas adyacentes*. Bol. Minero de la Dir. Prov. Min. de Tucumán, Año I, nº 1.
- 1979: *Peñas Azules. Estudio geológico del yacimiento*. Dir. Prov. Min. de Tucumán. Bol. Minero nº 2, p. 6-15, Tucumán.
- THERIAULT, J. y PASQUIN, C., 1964: *Estudio de las minas "Helvecia", "El Llanito" y "El Ingenio", pcia. de La Rioja*. Bco. Ind. Rep. Arg., Informe inédito. Buenos Aires.
- TORRES, H. A., 1979: *Informe técnico de canteras Nenucha II, León y Negrita, dpto. Los Andes, Salta*. Bco. Nac. Des. Carpeta técnica nº 1653. Inédito.
- TOSSELLI, A. J., 1971: *Efectos de contacto de calizas por un intrusivo monzodiorítico en el cerro Urcushun, La Rioja*. Acta Geol. Lilloana, IX, nº 9, p. 179-207. Tucumán.
- TOSSELLI, A., ROSSI DE TOSSELLI, J. y RAPELA, C., 1978: *El basamento metamórfico de la sierra de Quilmes, República Argentina*. R.A.G.A. t. XXXII, nº 2, p. 105-121. Bs. As.
- TUMANEX S.R.L., 1978: *Evaluación de las reservas de yeso en la cuenca Vipos-Tapia, dpto. Trancas, pcia. de Tucumán, Rep. Argentina*. Dir. Prov. Min. de Tucumán. Informe inédito.
- TURNER, J. C., 1959: *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy)*. R.A.G.A., 12, nº 1-2, 15-40, Buenos Aires.
- 1964a: *Descripción geológica de la Hoja 7c-Nevado de Cachi, pcia. de Salta*. Dir. Nac. Geol. y Min. Boletín nº 99. Buenos Aires.
- 1964b: *Descripción geológica de la Hoja 15c-Vinchina, La Rioja*. Inst. Nac. de Geol. y Min., Boletín nº 100. Buenos Aires.
- 1964c: *Descripción geológica de la Hoja 2b-La Quiaca, pcia. Jujuy*. Inst. Nac. de Geol. y Min., Boletín nº 103.
- 1972: *Puna. Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cs. de Córdoba, p. 91-116. Córdoba.
- TURNER, J. C. y MÉNDEZ, V., 1979: *Puna. Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cs. de Córdoba, p. 13-56. Córdoba.
- TUTTOLOMONDO, F., 1970: *Cantera de travertino "Telar Cueva" o "Cueva del Tigre", dpto. Susques, Jujuy*. Dir. Prov. Min. de Jujuy. Carpeta nº 96. Informe inédito.
- UENO, M. y MASTANDREA, O., 1969: *Investigations of the pyrophyllite and sericite deposits in the vicinity of Villa Unión, La Rioja, State, Argentine*. Dir. Nac. Minería, Carpeta nº 790. Informe inédito.
- UNSA, 1977: *Programa de desarrollo de tecnologías para el beneficio de minerales del noroeste argentino*. Consejo de Invest., Univ. Nac. de Salta. Informe inédito.
- UÑATEZ, E., 1965: *Informe técnico sobre Salares y Salinas de Salta y Jujuy*. Bórax Argentina. Bco. Ind. Rep. Arg. Carpeta técnica nº 1078. Inédito.
- VALANIA, J., 1963: *Inventario minero de la provincia de La Rioja, zona Famatina*. Dir. Nac. Geol. y Min., Carpeta nº 544. Inédito.
- 1969: *Yacimientos de arcillas y limos-tripoláceos, distr. Mazán, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe inédito.
- VALANIA, J. y MADEL, J., 1962: *El amianto anfibólico del Bolsón de Jagüé, La Rioja*. Dir. Nac. Geol. y Min., Carpeta nº 518. Inédito.
- VERGARA, G., 1974: *Evaluación geológico-económica de los yacimientos de cuarzo y feldespato del distrito Mazán, dpto. Capital y Arauco, La Rioja*. Dir. Prov. Min. de La Rioja. Informe nº 1066. Inédito.
- VILELA, C. R., 1969: *Descripción geológica de la Hoja 6c-San Antonio de los Cobres, provincias de Salta y Jujuy*. Dir. Nac. Geol. y Min., Boletín 110. Buenos Aires.
- VIRAMONTE, J., SUREDA, R. y RASKOVSKY, M., 1975: *Rocas metamórficas de alto grado al oeste del salar Centenario, Puna salteña, República Argentina*. Actas VI Congr. Arg. de Geol., t. II, p. 191-206. Buenos Aires.
- ZUZEK, A. B., 1978: *Descripción geológica de la Hoja 18f-Chamical, pcia. La Rioja*. Serv. Geol. Nacional.



# INDICE DE LOS RECURSOS POR PROVINCIAS

## CATAMARCA

Arcilla y Caolín	34
Asbesto (Amianto)	49
Azufre	53
Boratos	78
Cuarzo	106
Fluorita	117
Mica	103
Rodocrosita	131
Sal común	78
Yeso	134
Arena y canto rodado	143
Caliza y dolomita	150
Mármol	177
Piedra Laja	191

## JUJUY

Arcilla y caolín	34
Azufre	55
Baritina	58
Boratos	78
Diatomita	117
Fosforita	121
Sal común	84
Yeso	136
Arena y canto rodado	146
Caliza y dolomita	161
Mármol	179
Piedra Laja	193

## LA RIOJA

Andalucita	33
Arcilla y caolín	36
Asbesto (Amianto)	50
Baritina	61
Cuarzo, feldespato y mica	108
Diatomita	114
Fluorita	118
Grafito	122

Granate	125
Ocre	126
Pirofilita	127
Sal común y sulfato de sodio	85
Yeso	136
Arena y canto rodado	146
Caliza y dolomita	164
Granito	171
Mármol	178
Materiales volcánicos	187
Piedra Laja	193

## SALTA

Arcilla	47
Azufre	56
Baritina	70
Boratos	87
Carbonato de sodio	100
Diatomita	116
Fosforita	121
Mica	110
Sal común, sal de roca y sulfato de sodio	95
Sillimanita	133
Yeso	139
Arena y canto rodado	147
Caliza y dolomita	167
Granito	174
Mármol	182
Materiales volcánicos	188
Piedra Laja	195

## TUCUMAN

Arcilla	48
Cuarzo	114
Mica	110
Sal común	102
Yeso	140
Arena y canto rodado	148
Caliza y dolomita	169
Piedra Laja	196

# INDICE ALFABETICO SEGUN MINAS, CANTERAS, LOCALIDADES, REGIONES Y EMPRESAS

	Pág.
<b>A</b>	
"Acazoque"	70
"Adelaida"	104
Adriana	186
Agua Blanca	70
Agua Chica	163
Agua Quemada, Distrito	64-119
Agua Salada - Tres Cerritos	178
"Alba"	40
Albigasta	159
"Alborada"	69
Alcázar y Punta de los Llanos, Distrito	171
"Alejandra"	113
"Alto Cazadero I y II"	112
"Alto Cazadero III y IV"	112
Alto Tocomar	184
Alumbrión (Alumbrillo), Distrito Minero	58
"Amelia"	98
"América"	195
"Amonrrá"	42
Andalgala	105
"Angel ta"	115
Anita I	179
Anita II	179
Anita III	127
"Antártica"	177
Antofagasta de la Sierra	42
"Anubis"	173
Anzulón, Malanzán y Chepes, Distrito	

	Pág.
Anzulón I y II	173
Area de la mina de hierro "9 de Octubre"	122
Area de Moya	60
Area Río Capillas	121
Aridos Neville	149
Arita	182
Arita, Cantera	182
"Atilas"	42
"Aurelia II"	67
"Aurora"	33-109

## B

Bajo de las Minas, Distrito	67-119
Bárcena	162
Bella Vista	163
Ben-Hur	160
Bolsón de Huaco	108
Bolsón de Jagüé	51
Brach	183

## C

Cabeza de Toba	181
Calera Aconquija, Cantera	142
Calera Aconquija, Cantera	196
Campamento Primero de Mayo	78
Campo El Cerrito	153
Campo Santo	169
Canteras del Noroeste S.R.L.	146



	Pag.
"Capillitas" .....	131
Caza de Zorro .....	185
Catua .....	116-186
Cerámica del Norte S.A. ....	47
Cerámica Matas S.A. ....	48
Cerámica Salteña S.A. ....	47
Cerámica Staneff S.A. ....	48
Cerámica Valle Viejo S.R.L. ....	34
Cerro Asperecito .....	109
Cerro Asperecito, Grupo M'nero .....	61-119
Cerro Azufre .....	56
Cerro Bayo .....	53
Cerro Blanco .....	106
Cerro Bola .....	44
Cerro Chus Chus .....	119
Cerro El Gigante .....	59
Cerro Estrella .....	57
Cerro Guandacol .....	69
Cerro Horcobola .....	44
Cerro Quico .....	114
Citrus .....	167
"Clariza", "Vallecito" .....	42
"Colorado" .....	59
COMISA S.A. ....	96
"Cordobés" .....	125
Cordón Centenario .....	134
Cordón de los S'ete Hermanos .....	193
Corral Amarillo .....	126
"Corral Amarillo I y II" .....	126
Corte Blanco .....	190
Cortés .....	194
Cuchilla Negra-Potrero Grande .....	178
Cuenca del Sedacal y Quebrada de Los Sauces, Distrito .....	44
Cuenca Vapos-Tapia .....	140
"Cueva de Bazán" .....	112
Cueva Real o Cleopatra .....	48
Cuezzo Hnos. ....	149
Cumbres Calchaquíes .....	113
Curva del Zorro .....	91

## CH

Chañarmuyo-Campanas, Distrito .....	173
"Chica" .....	113
"Chocoite" y "Tacanaite" .....	36

## D

"Dal" .....	117
"Daniel" .....	131
"Delina" .....	130
Departamento Andalgala .....	105
Departamentos Ancasti y El Alto .....	105
Departamentos Capital, Esquiú y Ambato .....	104
"Dichosa" .....	33
"17 de Octubre" .....	110
Difunta Correa .....	173
Dirección Provincial de Vialidad (Catamarca) .....	143
Don Nino .....	194
"Don Paco" .....	42
"Don Pedro" .....	63
Don Raúl .....	147
"Don Sixto" .....	111
"Doña Emma" .....	98
Dos Conos .....	55
Dragón .....	186
DUMIC .....	149
Durán, Cantera .....	195

## E

"Edith" .....	83
El Calvario .....	143
El Carmen .....	193
El Cerrito o El Morro .....	155
"El Chalchalero" .....	68
El Chaparral .....	158
El Chorro .....	136
El Divisadero, Grupo .....	158
El Divisadero o La Aguadita .....	159
"Elena" .....	99
"Elena", "Cora" y otras, Grupo .....	118
El Jumeal .....	134
El Mojón-Cerro Plano .....	161

El Porvenir .....	80
El Rodeo .....	146
El Rodeo .....	194
Elsa .....	190
El Salto .....	165
El Sauce .....	169
El Sol .....	186
El Timbó .....	102
"El Tintillo" .....	111
El Toba .....	162
El Toba y El Diaguita .....	187
El Totoral .....	167
El Zanjón .....	158
"Ercilia" .....	100
"Ernesto" .....	53-62
Espin llo .....	105
Espinosa Hnos., Cantera de .....	189
Esquina Blanca .....	117
Esquiú .....	155
"Exito" .....	104

## F

"Facundo" .....	113
Famatina-Sañoagasta, Distrito .....	45
Faraón .....	42
"Federico" .....	99
Franca .....	182

## G

Gallego .....	186
Guandacol .....	165
Guandacol-Villa Unión, Distrito .....	44
"Graciela" .....	112

## H

Helpa S.R.L. ....	149
"Helvecia" .....	67
"Hércules" .....	130
"Hierro Indio" .....	95
"Huayracoya" .....	57
Huaytiquina .....	185

## I

Inca .....	177
Ingeco S.A.C. ....	149
"Isabel" .....	67
Ivica y Antonio Dumandzic .....	146

## J

"Jarunco" .....	60
"Juanita del Puerto" .....	127
"Julia" .....	57

## K

"Kefrén" .....	42
"Keops" .....	42

## L

"La Andina", "Viviana" y otras .....	116
"La Betty" .....	56
La Calera .....	167
La Calera (Doña Amalia) .....	160
La Cañadita .....	168
La Cartujana .....	48
La Esperanza .....	93-171
"La Esperanza" .....	36
"La Esperanza" .....	107
"La Esperanza" .....	103
La Esperanza o El Porvenir .....	156
"La Espuela" .....	124
La Estancita .....	191
Laguna Brava .....	85
Laguna Geschel .....	100
Laguna Guayatayoc .....	83



	Pág.
Laguna Socompa .....	101
Laguna Socompa .....	116
"La Inundada" .....	80
La Loma .....	159
"La Lucha" .....	36
"La Mendocina" .....	67
La Merced .....	167
"La Merced" .....	36
"La Merced" .....	125
La Montosa .....	158
La Negra .....	195
La Norma .....	161
"La Puntilla" .....	62
La Puntilla, Grupo Minero .....	62
La Salvadora .....	137
Las Cuevas .....	186
La Silla .....	57
Las Jarillas, Distrito .....	68
"Las Kokas" .....	40
Las Lomitas .....	165
"Las Mellizas" .....	38
Las Pircas .....	193
"Las Ramaditas" .....	125
"Las Sardinas" .....	125
"Las Tres Marias" .....	126
Laurita .....	178
León, Grupo .....	184
León-Volcán .....	162
"Libertad" .....	45
"Lomas Blancas" .....	64
"Loma Blanca", "Amguinco" .....	45
López, Adolfo, Cantera de .....	141
Los Coloraditos .....	138
Los Colorados .....	43
"Los Dos" .....	122
"Los Mogotes" .....	42
Los Talitas .....	149
Los Zanjones .....	45
Lules .....	148

## LL

Llullaillaco .....	56
"Llullaillaco I, II, III" .....	57

## M

Maimará .....	163
Malanzán-Zolca .....	44
Malanzán .....	44
"Manto Blanco" .....	98
"Margarita II" y otras .....	40
"María Auxiliadora" .....	98
"María Cristina" .....	60
"María II" .....	45
"María Teresa" .....	56
Marita .....	189
Marito .....	183
"Marta" .....	46
"Marta" .....	45
"Matilde" .....	125
"Micerino" .....	42
M'chango .....	108
Mi Esperanza .....	168
"Minar" .....	63
Mónica .....	178
Mono Abra .....	70
"Monte Azul", "Amarillo", "Verde" .....	93
Morro de Peñas Azules .....	170
Muñoz, Cantera .....	196
Mutquín .....	107
Mutquín-Siján, Distrito .....	106

## N

"Natacia" .....	59
"Noemí Antonina" .....	60
Nueva Esperanza .....	165
Nueva Tocomar .....	184
Nicolás de Bari .....	194
Niño Muerto .....	100
Niñolo .....	139
Norma I y II .....	185
Norte del cerro Bayo .....	55
Nuestra Señora de la Candelaria .....	194

Pág.

Pág.

## N

"Ñuñorco" .....	46
-----------------	----

## O

Ojo de Agua .....	143-156
Olta-Talva, Distrito .....	193
"Orcuyurac" .....	57
"Osiris" .....	42

## P

Palomitas .....	168
Pampa Onix .....	184
"Paschiñango" .....	115
Patquia-Amaná .....	38
Patquia, Distrito .....	174
Patquia Viejo .....	138
Patquia Viejo I .....	138
Patquia Viejo III .....	139
"Paulina" .....	69
Paz y Progreso .....	137
"Payo Guaico" .....	104
Pedregal, Cantera .....	174
Peñas Blancas .....	34
Perchel .....	193
Petrona .....	57
Piedras Negras-El Balde, Cantera .....	173
"Polanco" .....	51
Pozo Blanco .....	139
Pozo Bravo .....	186
Pozo del Bordo .....	137
Pozo de Piedra .....	158
Pozuelos .....	186
"Prudencia" .....	45
Pucará .....	181
Puente de Plata .....	139
Puerta de Anta .....	168
Puesto Viejo .....	161
Punta Negra .....	139

## Q

Quebrada de Chorrillos .....	164
Quebrada de Chuschín .....	127
Quebrada del Borracho .....	125
Quebrada del Cosme .....	130
Quebrada de Los Palacios .....	51
Quebrada del Pichao .....	112
Quebrada del Toro .....	51-147
Quebrada de Quilmes .....	111
Quebrada de Quirón-Salar de Pocitos .....	188
Quebrada de Tumbaya .....	163
"Quijohuasi" .....	106

## R

Reforma-Cielito, Cantera .....	138
"Refrac" .....	83
"Remigio" .....	53
Río Arenales .....	147
Río Bazán .....	158
Río Chijra .....	146
Río Grande .....	57
Río Las Cañas-Río Amarillo .....	111
Río Mal Paso .....	147
Río Rorasio (Quebrada del Toro) .....	148
Río Salí .....	149
Ríos La Caldera y Wierma .....	147
Rossana .....	134
"Rubimica" .....	104
"Ruth" .....	59

## S

Sacet-Cerámica Tucumana .....	49
Sadi, Cantera de .....	191
Salar de Antofalla .....	78
Salar Cauchari .....	78
Salar Centenario .....	87
Salar de Jama .....	83



	Pág.
Salar del Hombre Muerto .....	78
Salar del Rincón .....	96
Salar del Río Grande .....	101
Salar de Olaroz .....	80
Salar de Pastos Grandes .....	95
Salar de Pocitos .....	97
Salar de Pozuelos .....	89
Salar de Santa María .....	95
Salar de Taca-Taca .....	99
Salar Diablillos .....	87
Salar Ratonés .....	89
Salina El Leoncito .....	85
Salina Tal smán .....	97
Salina La Estela .....	96
Salinas Grandes .....	84-100
Salinas Grandes S.A. ....	84
Salinera El Capitán .....	100
"San Antonio" .....	43
San Juancito .....	181
"San Lorenzo" .....	130
"San Nicolás" .....	126
San Nicolás .....	147
"San Nicolás", Grupo .....	82
"San Nicolás I y II" .....	64
San Ramón S.R.L. ....	148
"Santa Ana" .....	51
Santa Bárbara .....	164
"Santa Clara" .....	51
Santa Cruz .....	164
Santa Elena .....	168
"Santa Inés" .....	80
"Santa Lucía" .....	51
Santa Margarita .....	173
"Santa María" .....	100
"Santa María II" .....	69
Santa Rita .....	194
Santa Rosa .....	186
Santa Rosa de Tasil .....	174
"Santa Rosa" y "Santa Julia" .....	49
"Santo Tomás de Aquino" .....	113
"Selva" .....	104
Serranías de Sijes .....	93
Sierra Brava .....	110
Sierra de Ancasti .....	105
Sierra de El Tali .....	104
Sierra de Fariñango .....	104
Sierra de Graciana .....	104
Sierra de Humaya .....	104
Sierra de La Ramada .....	141-169-196
Sierras de Mazán y Ambato .....	109
Sierra de Mojotoro .....	195
Sierra de Puesto Viejo .....	179
Sijes .....	99
"Silvano" .....	63
Socompa .....	190
"Socompa" .....	116
"Sol de Mayo" .....	104
"Sonia" .....	42
Soria, Cantera .....	143

T	
Tacuil .....	133
Talampaya, Distrito .....	64-119
Talampaya, Zona de .....	44
"Talapazo I, II, III y IV" .....	111
Talva .....	195
Tarón .....	110
"Tarón" .....	110
Taurus y Anfitrite .....	189
Telar Cueva o Cueva del Tigre .....	181
Tía María .....	184
Tina .....	190
Tincalayu .....	91
Tinocán .....	114
Tinocán-Mazín, Distrito .....	45
Tolombón-Cafayate .....	110
Tolar Grande .....	98
Tres Morros .....	85
Trini .....	189
Trujillo, J., Cantera de .....	141
Tuizón .....	171
Turilari .....	82
"Tusea" .....	59

U	
Urcushun, Distrito .....	67

V	
Valle Hermoso .....	53
"Victor Hugo" .....	113
"Victoria" .....	61
Victoria XXVIII, Cantera .....	174
"Victorina", "Josefina", "San Lorenzo" y "Ochoa-Huasi" .....	45
"Videncia" .....	61
Villa Castelli, Distrito .....	173
Villa Unión .....	122
Virgen del Carmen, Cantera .....	174
"Virgen del Valle" .....	51
Volcán del Azufre .....	55
Volcán Tuzgle .....	56

W	
"Willy I, II y III" .....	126

Y	
Yeso 1, 2 y 3, Cantera .....	138
"Yurac" .....	36

Z	
Zapallar .....	105
<i>Río Potrero Grande, Sierra de Famatina, La Rioja, Rep.</i>	