



ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES E IMPACTO DE LOS MINERALES INDUSTRIALES Y ROCAS DE APLICACIÓN EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Lic. Nadab Rajzman

El presente informe proporciona una comprensión detallada de los minerales industriales y rocas de aplicación de la provincia de Río Negro y las oportunidades que pudieran surgir de su explotación o incremento productivo, evaluando disponibilidad y calidad de dichos recursos, al igual que su papel actual y potencial en la economía provincial.



**CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES**

Índice

Acerca de este Informe	3
Parte 1: Evaluación de la disponibilidad y calidad de los recursos de minerales industriales y de aplicación de la provincia de Río Negro	
Introducción	5
Potencial minero.....	8
Litotecto del Terciario: Diatomitas	9
Litotecto de los Grupos Malargüe y Neuquén: Yeso, Bentonita, Caliza, Dolomía, Arcilla	10
Litotecto y Mineralotecto en los Complejos Marifil y Los Menucos: Piedra Laja, Pórfido y Fluorita.	11
Litotecto Plutónico – Volcánicos Neopaleozoicos y Permotriásicos: Granito	12
Campañas de constatación	13
Resultados de laboratorio	28
Bentonita	30
Caolín.....	33
Diatomita	34
Yeso	39
Baritina.....	39
Fosforita	40
Áridos	41
Halita	43
Salmuera	45
Conclusiones y recomendaciones	46
Parte 2: Situación económica actual y potencial de la minería industrial y de aplicación en la provincia de Río Negro	
Introducción	52
Reseña sobre la historia de la Minería No Metalífera en la provincia de Río Negro	53
Dimensiones económicas de la minería en la estructura económica provincial	55
Estimación de las variables económicas de minerales industriales y rocas de aplicación	56
Determinación del valor bruto de producción, valor agregado bruto y valor boca mina, para el año 2023, a precios corrientes y precios constantes.....	56
Resultados de estimaciones de variables económicas.....	59
Determinación del valor agregado bruto	61
Evolución del valor de la producción minera y valor agregado bruto	64
Metodología de determinación del valor boca mina	66
Resultados de valor boca mina por mineral	69
Desempeño productivo del sector minero en la provincia de Río Negro.....	72
Exportaciones del sector minero de la provincia de Río Negro	76
Cadenas de valor de los segmentos minerales no metalíferos y rocas de aplicación	81
Bentonita	83
Diatomita	89

Arenas Silíceas	92
Caolín.....	95
Sal.....	97
Rocas de Aplicación	99
Yeso.....	100
Áridos.....	104
Análisis de oportunidades de negocios en minerales industriales y rocas de aplicación.....	108
Bentonita	108
Diatomita	111
Caolín.....	113
Yeso.....	116
Halita (Sal)	118
Arenas silíceas.....	121
Conclusiones y recomendaciones	123
Bibliografía consultada.....	128
Fuentes de Información secundarias recopiladas	134
ANEXO 1: Campañas y entrevistas	136
Entrevistas a productores.....	149
ANEXO 2: Desempeño productivo minero por mineral en Río Negro.....	157
Sal común	157
Yeso.....	159
Bentonita	161
Arcillas.....	162
Caolín.....	164
Diatomita	165
Caliza	167
Arenas silíceas.....	168
Fluorita.....	170
Baritina.....	171
Rocas de aplicación	172
Áridos (Canto rodado y Arena de construcción)	172
Canto rodado (Grava)	173
Arena para construcción	175
Piedra Laja	175
Pórpidos	177
Anexo 3: Empleo en la minería de la provincia de Río Negro	179

Acerca de este Informe

La provincia de Río Negro se encuentra realizando diferentes esfuerzos en pos de profundizar el desarrollo de su sector minero. No obstante, el sector cuenta ya con una larga trayectoria que se ha materializado con la provincia encabezando rankings de volúmenes de producción de diferentes minerales industriales y rocas de aplicación.

En esta línea, el presente trabajo entendió que los minerales de 2° y 3° categoría -según el Código Minero de Argentina- constituyen la piedra basal del sector en la provincia y, como tal, son necesarios para continuar construyendo un desarrollo posterior. Bajo esta premisa, en las páginas de este estudio se plasman en primer lugar la situación actual y su aporte, para luego explorar su potencial de crecimiento y mejora.

Esta consigna se concretó a través de dos enfoques diferenciados. El primero, que abarca la primera parte de este trabajo, se basa en la geología y otras disciplinas vinculadas para estudiar y registrar los recursos con los que cuenta la provincia. Aquí, inicialmente se detallan investigaciones previas realizadas y la comprensión alcanzada acerca del territorio rionegrino, para luego avanzar en la identificación de nuevas oportunidades que potencien su comercialización y valor agregado.

Esta última tarea implicó un gran esfuerzo en territorio, para lo cual se realizaron tres campañas de constatación, donde se relevaron muestras de los recursos en diferentes puntos estratégicos de la provincia, según los lineamientos aportados por la Secretaría de Minería de la provincia, y se realizaron numerosas entrevistas para incorporar conocimientos no escritos. Las muestras, pudieron ser luego examinadas en los laboratorios del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN) y el Departamento de Geología y el Laboratorio de Ensayo y Estudio de Materiales (LEEM) de la Universidad Nacional del Sur, aportaron información novedosa acerca de las características tecnológicas de los minerales.

La segunda parte del trabajo se abordó desde una perspectiva económica. Al igual que en la primera sección, se realiza un repaso histórico sobre el sector provincial, aunque enfocado en el análisis de sus aportes económicos. Existió especial énfasis en actualizar y completar la gama de indicadores existentes, debido a que son una medida clara sobre el valor que la minería genera en Río Negro y necesarios para tomar decisiones de políticas públicas de forma informada. El análisis se complementa con la descripción pormenorizada de los procesos productivos por segmento y minerales de explotación.

Junto a la identificación de oportunidades de mejora, se realizó un importante relevamiento prospectivo de los negocios potenciales donde el sector minero podría participar en un futuro cercano. Las conclusiones de esta sección se nutrieron de los resultados alcanzados por las campañas de constatación de la primera parte del trabajo.

Finalmente, es importante destacar la continua interacción y colaboración junto a la Secretaría de Minería de la provincia, aportando estadísticas e información, al igual que la colaboración de la Cámara Minera de Río Negro junto a sus empresas socias para la concreción del trabajo en esta sección. Los intercambios estadísticos y contables se complementaron con información proveniente de encuestas realizadas a las empresas mineras. A su vez, se realizaron visitas al territorio y concretaron entrevistas a los fines de incorporar aspectos prácticos y cualitativos.

Parte 1: Evaluación de la disponibilidad y calidad de los recursos de minerales industriales y de aplicación de la provincia de Río Negro

Resultados de las campañas de constatación y análisis

Introducción

Río Negro tiene una rica historia minera y un importante potencial geológico, donde los primeros registros provinciales de pedimentos mineros datan del año 1891. Las investigaciones geológicas mineras realizadas en la provincia han sido de materia común con exposiciones en congresos nacionales e internacionales, revistas de interés geológico y proyectos desarrollados por parte del SEGEMAR en conjunto con la Secretaría de Minería de Río Negro. Como resultado de recopilaciones bibliográficas y visitas de campo, se realiza el Proyecto Río Negro (1999) en el cual se realizan informes económicos y geológicos de una variedad amplia de minerales industriales y rocas de aplicación.

Como base bibliográfica para cualquier investigación geológica se dispone de las Hojas Geológicas 1:250.000 las cuales abarcan la totalidad de la extensión provincial. Éstas, fueron las responsables de varios descubrimientos de yacimientos minerales industriales y rocas de aplicación que en la actualidad siguen en explotación. Dentro de estos, se pueden mencionar los yacimientos de diatomita en la localidad de Ing. Jacobacci, el yeso y la bentonita en la zona del Alto Valle, la piedra laja y el caolín en la localidad de Los Menucos, entre otros.

El presente estudio tiene como finalidad proporcionar una comprensión completa y detallada de los minerales industriales y rocas de aplicación, específicamente arcillas, áridos, arenas silíceas, baritina, bentonita, caliza, caolín, carbonatita, diatomita, fosforitas, fluorita, piedra laja, pórfidos, sal común y yeso.

Respecto a las arcillas, el SEGEMAR en el año 2014 publica el trabajo “Arcillas de Río Negro para uso Cerámico” en el cual se realiza un relevamiento a nivel provincial de todas las arcillas en producción y de sectores con potencial geológico. A partir de este relevamiento, se realiza el muestreo para realizarles una caracterización mineralógica y tecnológica para su uso cerámico. El resultado del presente fue una clasificación de calidad de las mismas siendo divididas en cinco clases (Clase A, B, C, D, E).

Como parte del Proyecto Río Negro se han identificado las industrias actuales y potenciales de los minerales industriales y rocas de aplicación de la provincia. Las bentonitas de la provincia están compuestas principalmente por montmorillonita y con menor frecuencia por beidellita e illita, las cuales se forman a partir de la desvitrificación y alteración química del vidrio ígneo. Se han determinado en la localidad del Alto Valle reservas del orden de 3.400.000 toneladas (Iñiguez y otros, 1942). Dentro de las industrias identificadas se pueden nombrar la utilización en lodos de perforación, aglutinante de arenas de fundición, ligante para la peletización de hierro, como absorbente, para realización de filtrado de aceites, usos en la agricultura como pesticidas, fertilizantes y acondicionantes de suelos, entre otros. El caolín o arcillas blancas de la provincia, han sido también estudiadas a lo largo de estos años. Las mismas se originan por la alteración hidrotermal de rocas ricas en feldespatos y se localizan principalmente en Aguada de Guerra, Los Menucos, Mamuel Choique, Comallo y Río Chico.

Dentro de las industrias identificadas con mayor consumo, se ha identificado su uso como carga y pigmento para el papel, como carga en el caucho, pigmento en las pinturas, en la industria del plástico, cerámicas, entre otros. La diatomita, una de las rocas de aplicación con mayor exportación en la provincia y localizada principalmente en Ing. Jacobacci tiene una gama amplia de usos donde se identifica su utilidad como filtrante debido a su porosidad, en la industria de los plásticos, como abrasivos y pulido y su capacidad de absorción alta es muy utilizada en la industria de las mascotas como cama sanitaria. Asimismo, la diatomita se utiliza en minería para filtrar soluciones cargadas de oro y plata en el proceso Merrill-Crowe. Previo

a su uso, la diatomita se somete a sinterización (calentamiento a 700 °C) para mejorar su capacidad de adsorción. En soluciones alcalinas (pH 10-11), adsorbe metales mediante agitación controlada, reduciendo las concentraciones metálicas. Estudios con microscopía electrónica confirman cambios en su morfología tras adsorber metales, mostrando afinidad por la plata más que por el oro (R. Canahuire, *et al.* 2021).

Los principales yacimientos de yeso en la provincia se encuentran distribuidos en las localidades de General Roca, Allen, Cinco Saltos y hacia el norte de la provincia en la localidad de Catriel. Las industrias principales que utilizan al yeso en estado natural o calcinado corresponden a la industria del cemento, de la construcción, medicina en general, agricultura, entre otros.

Los depósitos de calizas, piedra laja y pórfidos fueron agrupados sobre la definición de rocas ornamentales dado su uso principal en ornamentación de edificios, construcción de pisos, techos, entre otros. La característica principal de este grupo es la naturaleza de su fracturación la cual puede ser aprovechado para la extracción y comercialización.

Actualmente las arenas silíceas extraídas en la provincia se encuentran ubicadas principalmente en el Bajo de Santa Rosa, al sur de la localidad de Villa Regina. Su principal uso como agente de sostén en la fractura hidráulica ha tenido un crecimiento constante desde el año 2019. Asimismo, otras industrias como la del vidrio, la cerámica, metalurgia, su uso en fundición, filtración y como abrasivos utilizan este material.

La baritina o barita es también es un mineral de gran interés para la industria petrolera dado su uso como componente en los lodos de perforación. Otras actividades consumidoras de este mineral es la industria del vidrio, pinturas, cerámicas y papel, industria médica y automotriz. En la década del 80, varios autores han estudiado en la provincia explotaciones de baritina en depósitos hidrotermales asociados principalmente a yacimientos de plata, plomo, cobre, manganeso y zinc. Éstas, eran de tipo artesanal y poco profundas las cuales rápidamente agotaron sus reservas. Asimismo, la prospección y exploración de nuevos yacimientos de baritina generaría un insumo clave para el desarrollo hidrocarburífero de la provincia.

En el año 1968 se pone en marcha el Plan Fosforita por el Servicio Nacional Minero Geológico con el objeto de la exploración de yacimientos fosfáticos en la República Argentina. Uno de los descubrimientos dentro de las 9 áreas propuestas por este plan, fueron los valores interesantes de pentóxido de fósforo en los niveles sedimentarios de la cuenca ordovícica de la provincia de Río Negro, localizada en la zona de Sierra Grande. Estos, asociados al hierro antiguamente explotado en esta región han sido foco de investigaciones a tal punto de realizarse la factibilidad de extracción del fósforo para la generación de fertilizantes a partir del dique de cola de la Mina Sierra Grande. Actualmente, y sin la mina en producción que genere residuos aprovechables con este fin, es potencial la utilización de los diques de cola como fertilizante de menor calidad y de acción más lenta. Asimismo, la exploración de la cuenca ordovícica nunca fue finalizada con el objeto de la búsqueda de un yacimiento rentable, el cual debe presentar un porcentaje de al menos un 20% de pentóxido de fósforo.

El sudeste de la provincia de Río Negro presenta en su conjunto el mayor recurso de fluorita del país. Existen registros mineros desde la década del 50' y se concentra en los sectores aledaños a la localidad de Los Menucos, Valcheta y Sierra Grande. Existen tres grados y usos principales de este mineral, dependiendo del porcentaje de fluoruro de calcio (CaF_2) e impurezas que contengan los yacimientos. Los tres usos se clasifican en Grado Ácido, Grado Cerámico y Grado Metalúrgico. La fluorita de Grado Ácido debe contener por lo menos un 97% de fluoruro de calcio y es utilizada para la generación de ácido fluorhídrico siendo el

punto de inicio para un amplio espectro de químicos. En lo que respecta al Grado Cerámico, el mineral debe contener entre un 80% a 96% de fluoruro de calcio y es utilizado en la industria de cristales, alimenticia, higiene, refrigeración, entre otros. Registros de las explotaciones realizadas en la provincia, indican que su principal uso es de Grado Metalúrgico con un mínimo efectivo de 60% de fluorita. Su principal uso es en la fabricación de acero dado que funciona como catalizador y baja la temperatura de fusión disminuyendo la viscosidad. Esta característica catalizadora de la fluorita es utilizada en la industria del cemento para el proceso de clinkerización. Autores, indican también asociaciones de la fluorita con ETR y metales preciosos, tales como Au, Ag, Cu, entre otros.

El principal depósito evaporítico de sal común se encuentra ubicado en la Salina de Gualicho cercana a la localidad de San Antonio Oeste. Sus inicios de extracción datan del año 1933 con una producción rudimentaria para consumo local. La cosecha de este mineral se realiza en época de verano, donde las altas temperaturas favorecen la evaporación de las aguas superficiales, permitiendo así el ingreso de maquinaria para “raspar” la capa productiva. Este proceso finaliza con las primeras lluvias abundantes del mes de febrero las cuales vuelven a inundar el gran Bajo de Gualicho. Actualmente este mineral es producido para la utilización de varias industrias, dentro de las cuales se destaca su uso para la generación de carbonato de sodio en la planta de ALPAT. Además de utilizarse para las industrias del vidrio, cerámica y jabones es el compuesto más demandado durante el proceso convencional de producción de carbonato de litio, siendo el insumo necesario para la precipitación de este metal alcalino. El SEGEMAR ha reconocido y mapeado el litotecto de depósitos evaporíticos de la provincia, identificando únicamente a las salinas de Trapalcó con un eventual interés económico.

Finalmente, pero no de menor importancia dado su volumen de producción y su representación económica en la provincia, la extracción de áridos para uso civil está ampliamente distribuido a lo largo y ancho de Río Negro con una mayor concentración en el distrito de Alto Valle. El litotecto identificado como depósitos de placer - áridos, corresponde a areniscas, gravas y limos de depósitos aluviales del Holoceno con un alto potencial minero.

Potencial minero

SEGEMAR dentro de su serie de contribuciones técnicas, realiza el trabajo “Recursos Minerales Industriales, Rocas de Aplicación y Gemas de la Provincia de Río Negro” donde determina los litotectos y mineralotectos de alto, medio y bajo potencial. Los litotectos de alto potencial, son determinados a partir de las minas y canteras en actual e histórica producción dentro de la provincia (Tabla 1).

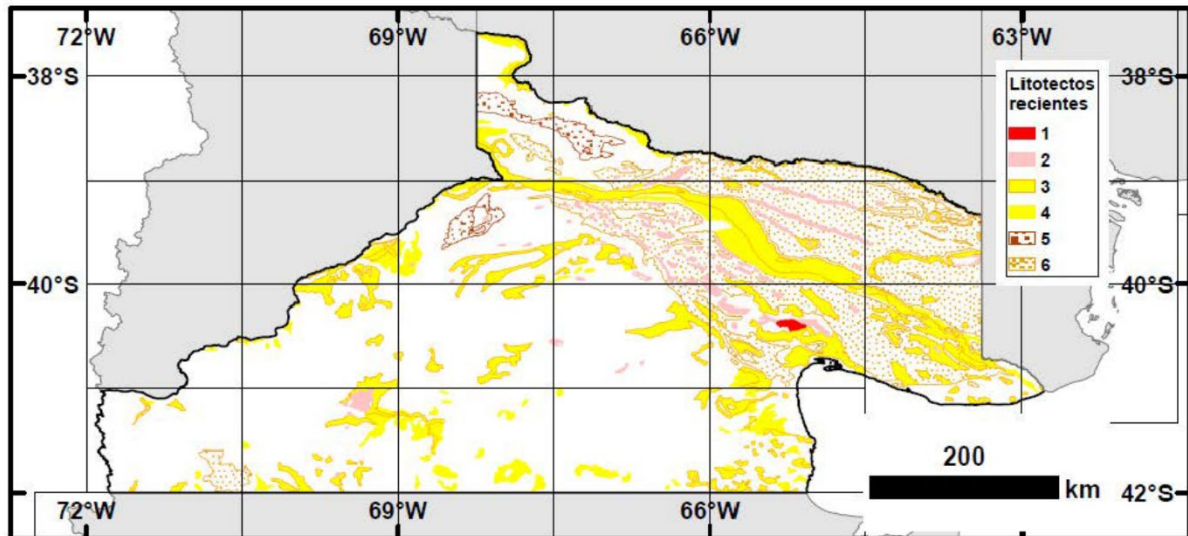
Tabla. Litotectos de alto potencial, extraído de Series Contribuciones Técnicas, SEGEMAR (2022)

Litotectos y mineralotectos de ALTO POTENCIAL para minerales industriales y rocas de aplicación en la provincia de Río Negro			
Litotecto	Mineral / Roca	Edad	Modelo
Depósitos evaporíticos (salinas y barreales)	Sal común	Holoceno	9f
Depósitos aluviales actuales	Grava y arena para construcción	Holoceno	12g
Formación La Pava	Diatomitas	Mioceno inferior – Mioceno medio	9j
Formación Roca	Yeso Caliza	Daniano	9g 9k
Formación Arroyo Barbudo	Caliza - Dolomía	Maastrichtiano - Daniano	9k
Formación Allen	Bentonitas Arcilla	Campaniano superior – Maastrichtiano inferior	13f 9m
Complejo Volcánico Marifil	Pórfido Piedra laja Vetas de fluorita	Jurásico inferior – Jurásico medio	11f 11f 14h
Complejo Los Menucos	Caolín Piedra laja Pórfido	Triásico – Jurásico inferior	13e 9r 11f
Complejo Plutónico-Volcánico Curacó	Granito	Pérmico-Triásico medio	6f

Litotecto reciente: áridos de construcción – sal común

Las rocas y minerales agrupados en este litotecto, corresponden a sedimentos recientes, con gran distribución a lo largo de la provincia. Su origen abarca los depósitos aluviales, lagunares, litorales de playa y cordones costeros, coluviales, de cobertura de pedimentos, remoción en masa, eólicos, glaciares y glaciares, de terrazas aluviales y evaporíticos (Fig. 1).

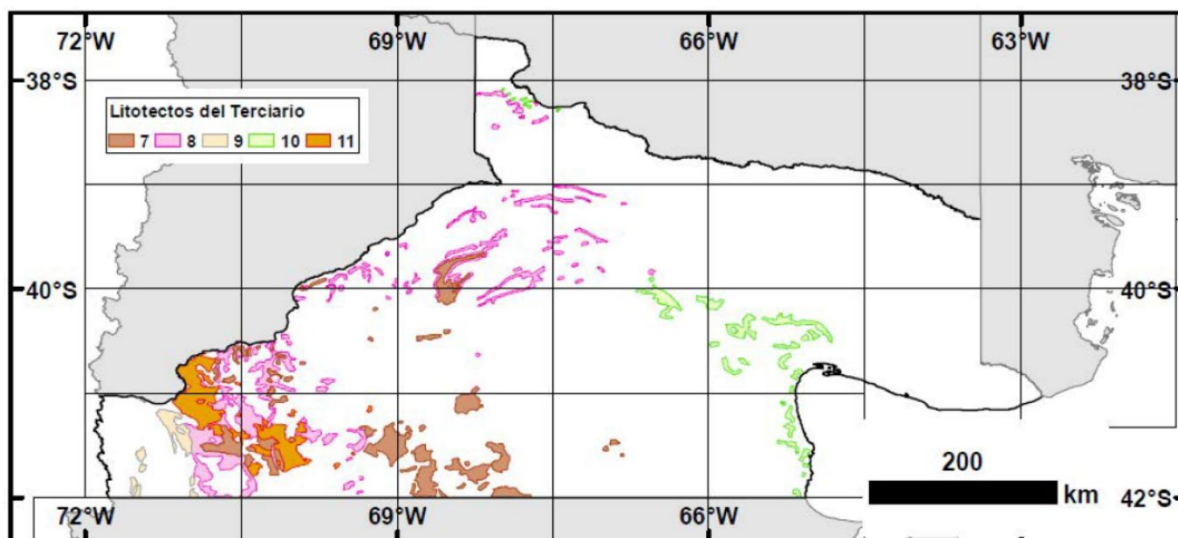
Figura 1: Litotectos recientes. Fuente de sal común: 1. Depósitos evaporíticos y 2. Depósitos lagunares. Fuente de áridos: 3. Depósitos aluviales asociados con 4. Depósitos aluviales aterrazados. 5. Fm. Bayo Mesa y equivalentes asociado a 6. Depósitos de agradación pedemontana. Extraído de Series Contribuciones Técnicas, SEGEMAR (2022).



Litotecto del Terciario: Diatomitas

Dentro del presente litotecto, se destaca la Fm. La Pava, actual fuente de diatomitas a nivel provincial y nacional. Litológicamente está compuesta por tobas y tufitas edafizadas del Mioceno medio depositadas en un ambiente lacustre somero donde la actividad volcánica permitió la acumulación de estas cenizas volcánicas (Fig. 2).

Figura 2: litotectos terciarios. Fuente de basaltos: 7. Basalto el Cuy y equivalentes (potencial medio). Fuente de diatomitas: 8. Fm. La Pava y equivalentes (potencial alto). Fuente de carbón y piedra laja: 9. Fm Ñirihuau (bajo potencial). Fuente de yeso: 10. Fm. Vaca Mahuida y equivalentes (bajo potencial). Fuente de caolín y arcillas: 11. Fm. Huitrera (potencial medio). Extraído de Series Contribuciones Técnicas, SEGEMAR (2022).

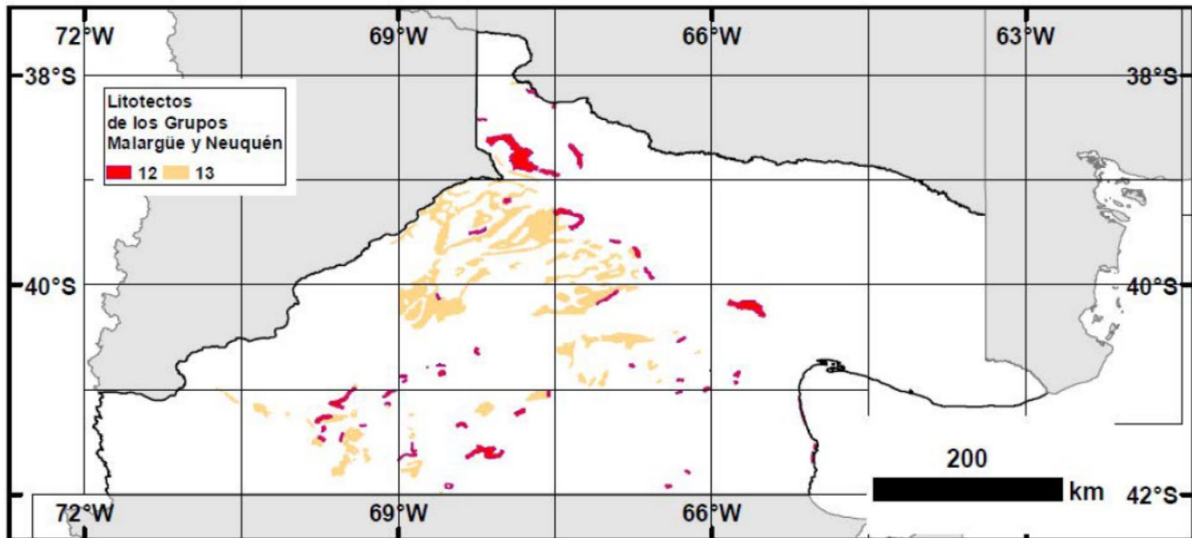


Litotecto de los Grupos Malargüe y Neuquén: Yeso, Bentonita, Caliza, Dolomía, Arcilla

Principal fuente de rocas y minerales de amplia producción en la provincia de Río Negro, se encuentran vinculadas temporal y espacialmente debido a sucesivas secuencias depositacionales que marcan la evolución de la Cuenca Neuquina (Fig. 3). Las regresiones marinas posterior al ingreso del mar pacífico y atlántico generaron ambientes favorables para la depositación de yeso, calizas, bentonitas y arcillas como así también la generación de evaporitas. La Fm. Roca de edad Daniano, es un litotecto de alto potencial para la explotación de yeso principalmente y calizas. Si bien en la antigüedad el yeso era extraído de la Fm. Allen, actualmente y debido a la calidad y espesores de los afloramientos, la explotación fue migrando hacia los depósitos de la Fm. Roca. La Fm. Arroyo Barbudo, específicamente el Mb. Aguada Cecilio, presenta un alto potencial para la extracción de calizas y dolomías en el área de Valcheta y Aguada Cecilio. Actualmente la mayor producción está vinculada a la extracción de sal común y posterior producción de carbonato de sodio.

En lo que se refiere a bentonitas, la Fm. Allen es el principal proveedor de este material y la principal actividad minera se encuentra en los distritos de Catriel, Lago Pellegrini, Cinco Saltos, Allen, Roca y Villa Regina.

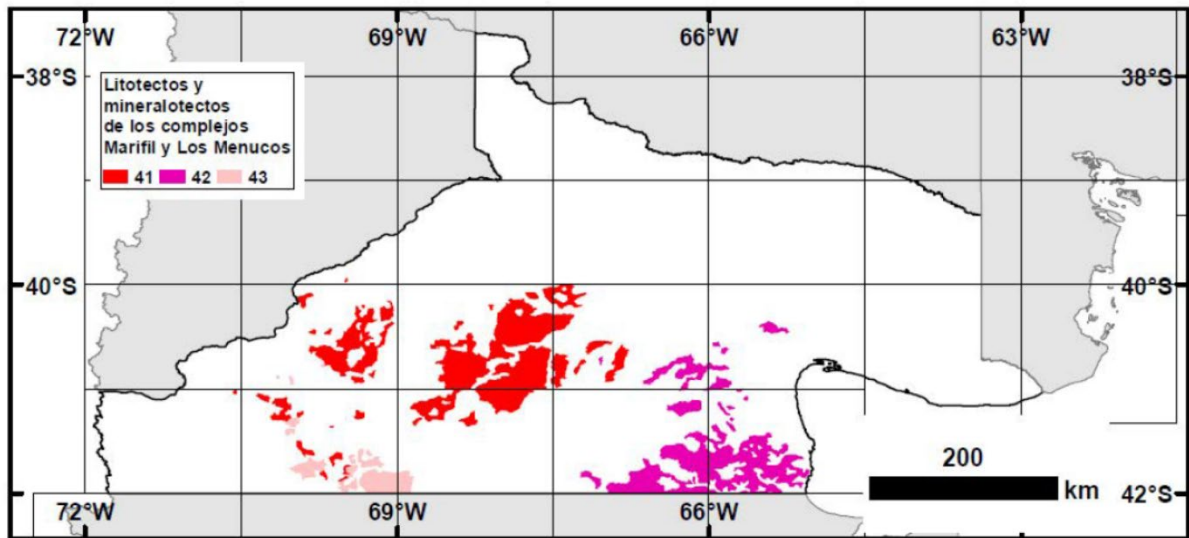
Figura 3: litotecto del Gr. Neuquén y Gr. Malargüe. Fuente de bentonita, yeso y calizas. 12. Gr. Malargüe. Fuente de arcillas y calizas (potencial medio). 13. Gr. Neuquén. Extraído de Series Contribuciones Técnicas, SEGEMAR (2022).



Litotecto y Mineralotecto en los Complejos Marifil y Los Menucos: Piedra Laja, Pórfido y Fluorita.

Las fuentes de alto potencial para minerales y rocas de aplicación como Caolín, Pórfido, Piedra Laja y vetas de Fluorita se encuentran representadas por los complejos volcánicos mesozoicos Marifil y Los Menucos (Fig. 4). Afloran principalmente en el centro-sur de la provincia parcialmente cubiertas por vulcanitas terciarias de la meseta de Somuncurá. El Complejo Volcánico Marifil, presenta alto potencial para albergar pórfido y piedra laja como así también para albergar vetas de fluorita. Actualmente, las canteras de pórfido y piedra laja que se encuentra ubicadas en estas rocas, se encuentran inactivas. Respecto a lo referido a vetas y brechas de fluoritas, el modelo genético corresponde a “vetas y brechas de Fluorita-Baritina” asociado a vulcanismo extensional jurásico. Actualmente, no se encuentra en explotación este mineral como en la antigüedad, asimismo se le asigna un alto potencial debido a su extensión regional. El complejo Los Menucos está definido como un litotecto con alto potencial para la extracción de caolín, piedra laja y pórfido. La principal fuente de ingresos en la Localidad de Los Menucos, proviene de la actividad de la piedra laja de este Complejo.

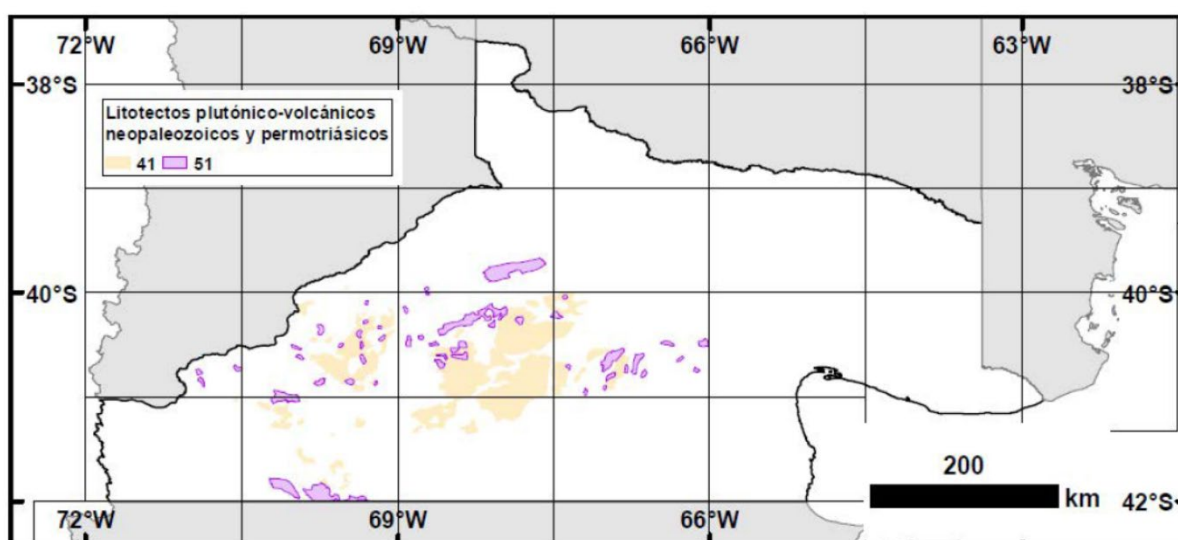
Figura 4: litotecto de los Complejos Marifil y Los Menucos. 41. Complejo Los Menucos en asociación con 43. Vulcanitas y tobas mesosilíceas. 42. Complejo Marifil. Extraído de Series Contribuciones Técnicas, SEGEMAR (2022).



Litotecto Plutónico – Volcánicos Neopaleozoicos y Permotriásicos: Granito

El depósito con alto potencial para extracción de granito se encuentra localizado en el centro-oeste de la provincia (Fig. 5) representado por el Complejo Plutónico – Volcánico Curacó. Este complejo, se compone de plutonitas, volcanitas y diques ácidos de edad Pérmico – Triásico medio. Las facies de mayor potencial están representadas por plutonitas graníticas, granodioríticas y tonalíticas.

Figura 5: litotectos plutónico – volcánico neopaleozoico y permotriásico. Fuente de granito: 51. Complejo Plutónico – Volcánico Curacó y equivalentes. 41. Formación Sañicó, Garamilla y equivalentes (bajo potencial para piedra laja). Extraído de Series Contribuciones Técnicas, SEGEMAR (2022).



Campañas de constatación

La focalización de las actividades de muestreo y exploración de minerales en la provincia responde a los intereses estratégicos planteados por la Secretaría de Minería, orientados a diversificar y fortalecer los sectores productivos vinculados a los recursos minerales. Los yacimientos de bentonita, yeso, caolín y diatomita, reconocidos como los principales minerales extraídos en la provincia, son objeto de análisis detallado para identificar nuevas oportunidades de mercado que potencien su comercialización y valor agregado.

Asimismo, se considera de especial interés el estudio del fósforo, identificado como mineral de ganga en algunos depósitos, con miras a evaluar su viabilidad para ser utilizado como insumo clave en la producción de fertilizantes. En paralelo, se priorizan las actividades de prospección y planificación de futuras exploraciones en depósitos de baritina, un recurso estratégico para su aplicación en la industria hidrocarburífera, especialmente como densificante en fluidos de perforación.

Por otro lado, las salinas han sido señaladas como áreas prospectivas con potencial para albergar metales asociados, lo que refuerza la necesidad de su estudio bajo un enfoque exploratorio integral. Adicionalmente, la calidad de los áridos en zonas cercanas a Sierra Grande, localidad estratégica donde se desarrollará el proyecto de Gas Natural Licuado (GNL), está siendo evaluada para garantizar su idoneidad como materiales de construcción, esenciales para las infraestructuras vinculadas al proyecto.

Como parte del mapeo de canteras y minas activas de la provincia de Río Negro, durante la semana del 25 de agosto al 1 de septiembre se realizó la primera campaña de constatación en el área de Alto Valle donde se relevaron las explotaciones actuales de yeso y bentonita, de principal interés para la Secretaría de Minería de Río Negro. En el recorrido se incluyeron las localidades de Catriel, Lago Pellegrini, Cinco Saltos, Allen, y Roca.

Mediante esta primera campaña, se pudo constatar las rocas portadoras de los principales yacimientos de estos minerales. En lo que se refiere a la explotación de yeso, la extracción de este mineral se realiza en el Mb. Superior de la Formación Roca. Su columna estratigráfica completa se encuentra ubicada en la cercanía de la localidad de General Roca y se compone de tres miembros bien identificables. El Miembro Inferior se compone de calizas bioclásticas fosilíferas alternadas con arcilitas de color verde. El Miembro Medio se compone también de calizas, pero se diferencia del inferior por la casi nula presencia de restos fosilíferos. Finalizando la columna sedimentaria, el Miembro Superior posee un espesor de 25 a 30 metros de yeso blanco masivo y en sectores con grandes cristales. La potencia media medida en las canteras actuales de extracción de yeso ronda los 14 metros de potencia, asimismo en antiguas canteras ubicadas al norte de la producción actual se pudo constatar una potencia aproximada de 20 metros.

En lo que se refiere a la bentonita, se realizó la constatación de la formación portadora de este mineral. La sección media del Miembro Medio de la Formación Allen es la fuente de la bentonita de exportación presente en la provincia de Río Negro. Esta se compone de tres miembros bien identificables a lo largo de toda su extensión. El Miembro Inferior portadora de sedimentos continentales fuente de arenas de fracturas en el área del Bajo de Santa Rosa, el Miembro Medio compuesta por arcilitas y fuente de la bentonita y el Miembro Superior compuesto por calizas y yeso explotadas en la antigüedad. El minado de este mineral, consta de destapes que varían entre los 10 a 20 metros para alcanzar un nivel que varía según la zona de 17 a 70 cm de bentonita de excelente calidad para uso en fundición como principal mercado. Actualmente, los productores han desarrollado diferentes mercados para el material de “destape”, el cual se compone de arcillas de menor calidad como la beidellita, entre los que se encuentra el uso como piedra sanitaria para gatos, absorbente de microtoxinas en alimentación animal, entre otros.

Asimismo, se relevaron las formaciones portadoras de estos minerales (Fm. Roca y Fm. Allen) para así generar nuevos sectores de potencial extracción (Fig. 6).

Figura 6: sectores visitados en la primera campaña de constatación y muestreo de Yeso y Bentonita. Elaboración propia.

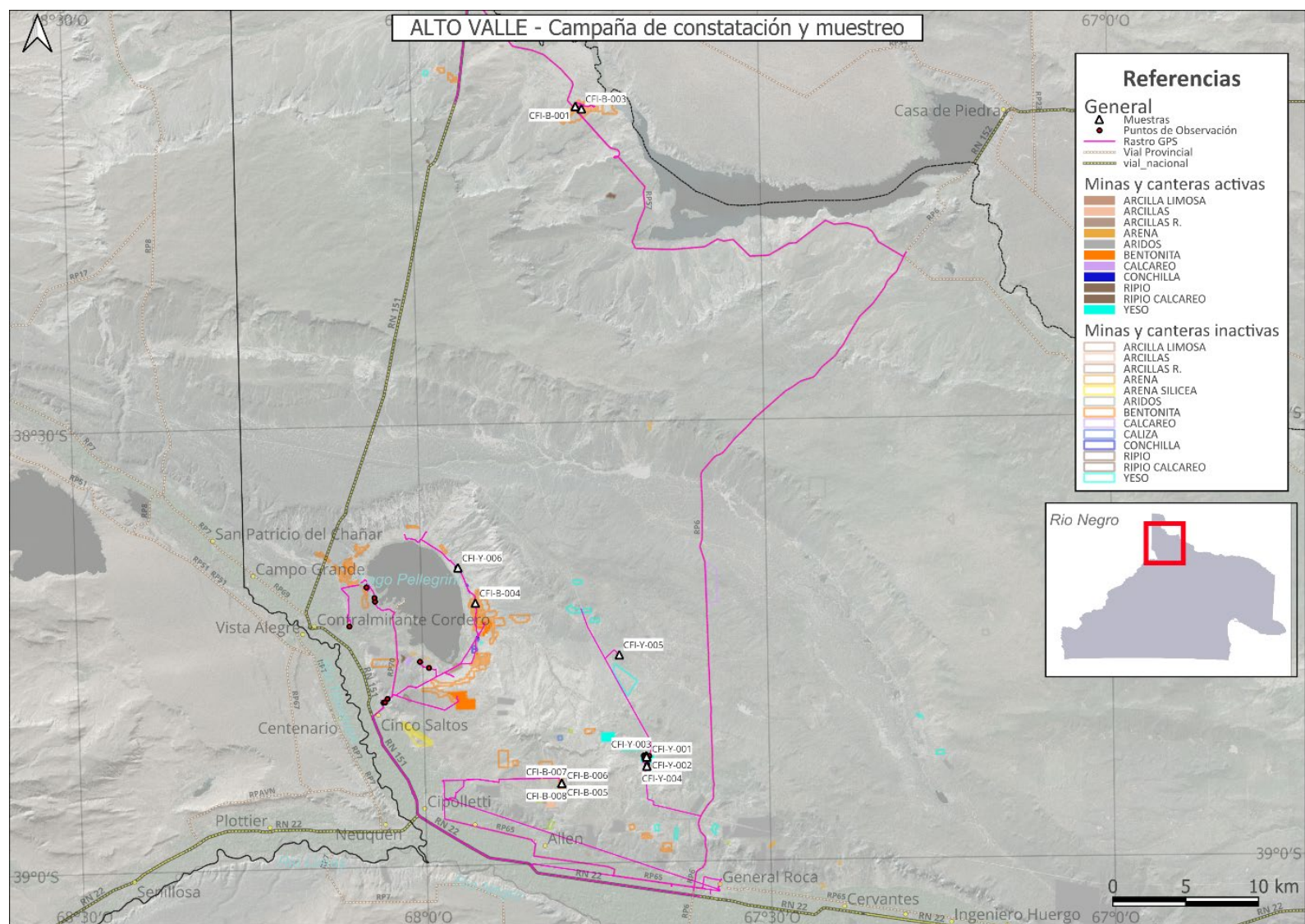
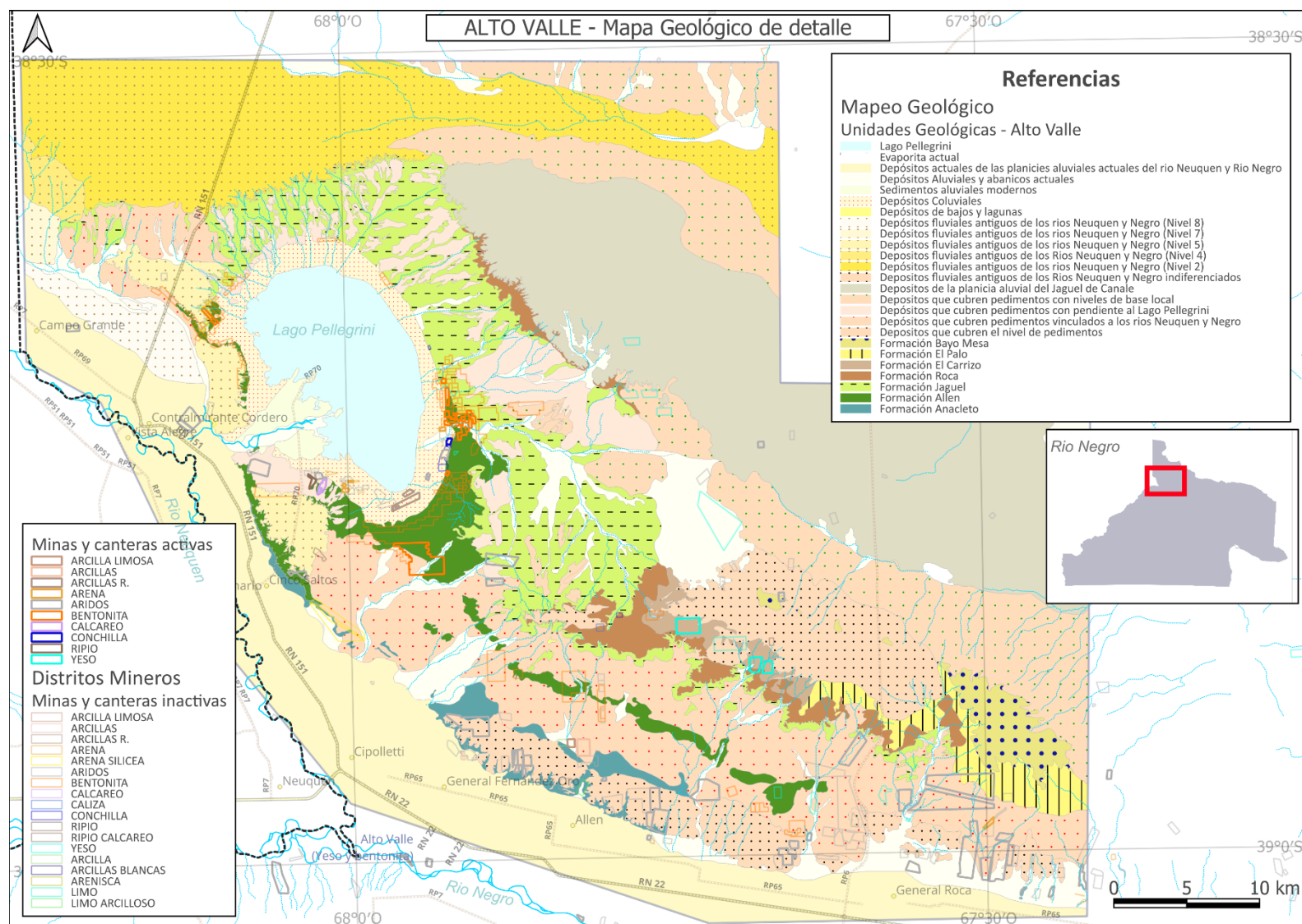


Figura 7: mapeo geológico del sector productivo de Alto Valle de la provincia de Río Negro. Elaboración propia



Durante la semana del 15 al 22 de septiembre, se llevó a cabo la segunda campaña de constatación en la localidad de Ingeniero Jacobacci, centrada en el relevamiento y muestreo del depocentro de diatomeas (Fig. 8).

Los yacimientos actualmente en explotación corresponden a la Formación La Pava, datada en el Mioceno Inferior a Medio. La formación está integrada por areniscas tobáceas y tufitas arenosas y limoarcillosas, tobas y niveles de diatomitas. Los depósitos que integran esta unidad cubren a las unidades previas en discordancia erosiva. Están cubiertos, a su vez, por basaltos pliocenos y más modernos y depósitos de acarreo plio- cuaternarios. La mayor concentración de productores se ubica a lo largo de la Ruta Provincial N°6, en dirección hacia la localidad de Ojo de Agua. En un radio aproximado de 10 kilómetros alrededor de estos yacimientos, se observó una notable variabilidad en términos de espesores productivos y calidad del material. Esta heterogeneidad se manifiesta en la proporción de impurezas como ceniza volcánica, la presencia localizada de ópalo, y pátnas de manganeso que se infiltran en las diaclasas de las rocas.

Adicionalmente, se documentó cómo los niveles productivos se acuan progresivamente en ciertos sectores, llegando incluso a desaparecer completamente en áreas donde el espesor de la ceniza volcánica o de la mora aumenta significativamente. El ambiente depositacional de las diatomitas se interpreta como un sistema lagunar, en el cual las efusiones de cenizas volcánicas se acumularon en la superficie del lago, bloqueando la entrada de luz. Este fenómeno habría ocasionado la mortandad masiva de algas, facilitando la formación de los depósitos de diatomitas que caracterizan a la Formación La Pava (Fig. 9). Además, hacia los sectores este y norte de las áreas actualmente en explotación, se identificaron depósitos con una calidad superior. En estas zonas, los niveles de cenizas disminuyen considerablemente y presentan menos impurezas, como ópalo y manganeso, lo que las convierte en áreas de alto interés para su posible desarrollo futuro.

Asimismo, se llevó a cabo la constatación de los depósitos caoliníticos situados en las cercanías de la localidad de Ojo de Agua. Estos depósitos están asociados principalmente a sectores de alteración de la Formación Huitrera, de edad Eoceno (Fig. 10), que los diferencia de los depósitos caoliníticos presentes en las proximidades de Lo Menucos. Se han reconocido diversos componentes de origen volcánico en esta unidad, desde mantos lávicos de andesitas, lacitas, riolitas, traquitas, traquibasaltos y traquiandesitas; a ignimbritas riolíticas, dacíticas y andesíticas; aglomerados, tobas y brechas volcánicas; tufitas y cuerpos subvolcánicos andesíticos, lacíticos, dacíticos y traquíticos

Durante la observación, se identificó que los depósitos presentan características de tipo bolsón, lo que sugiere un origen distinto al de una alteración hidrotermal directa. La evidencia apunta a un proceso de alteración generado por la acción prolongada de aguas subterráneas que interactuaron con las rocas de la formación, promoviendo la transformación mineralógica hacia caolinita en sectores específicos. Este patrón de alteración podría estar relacionado con zonas de mayor permeabilidad en las rocas, donde las aguas subterráneas cargadas de agentes químicos habrían promovido la lixiviación de ciertos componentes y la posterior formación de acumulaciones localizadas de caolín.

Figura 8: sectores visitados en la segunda campaña de constatación y muestreo de Diatomita y Caolín. Elaboración propia.

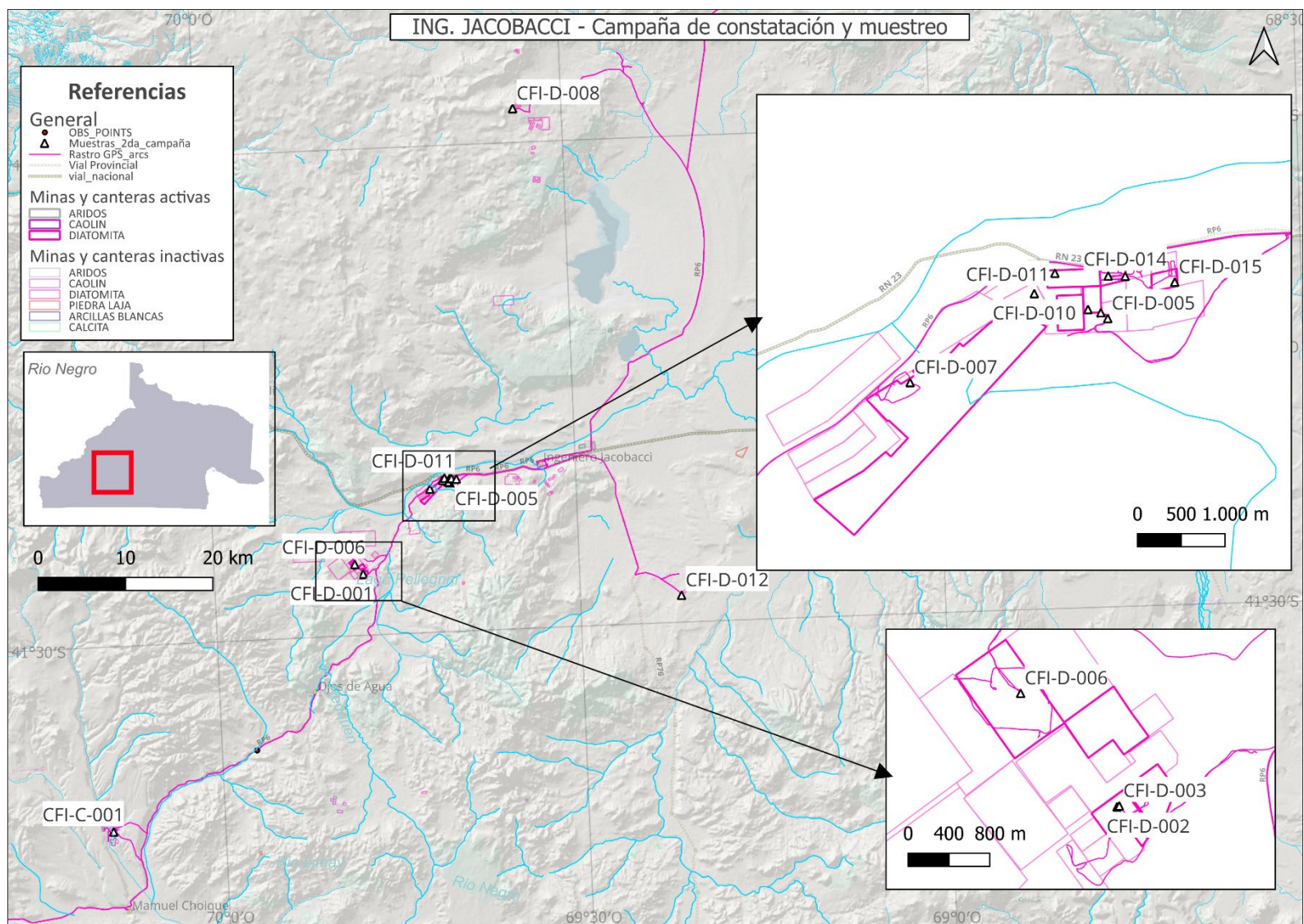


Figura 9: mapeo geológico del sector productivo de la localidad de Ingeniero Jacobacci, provincia de Río Negro. Elaboración propia.

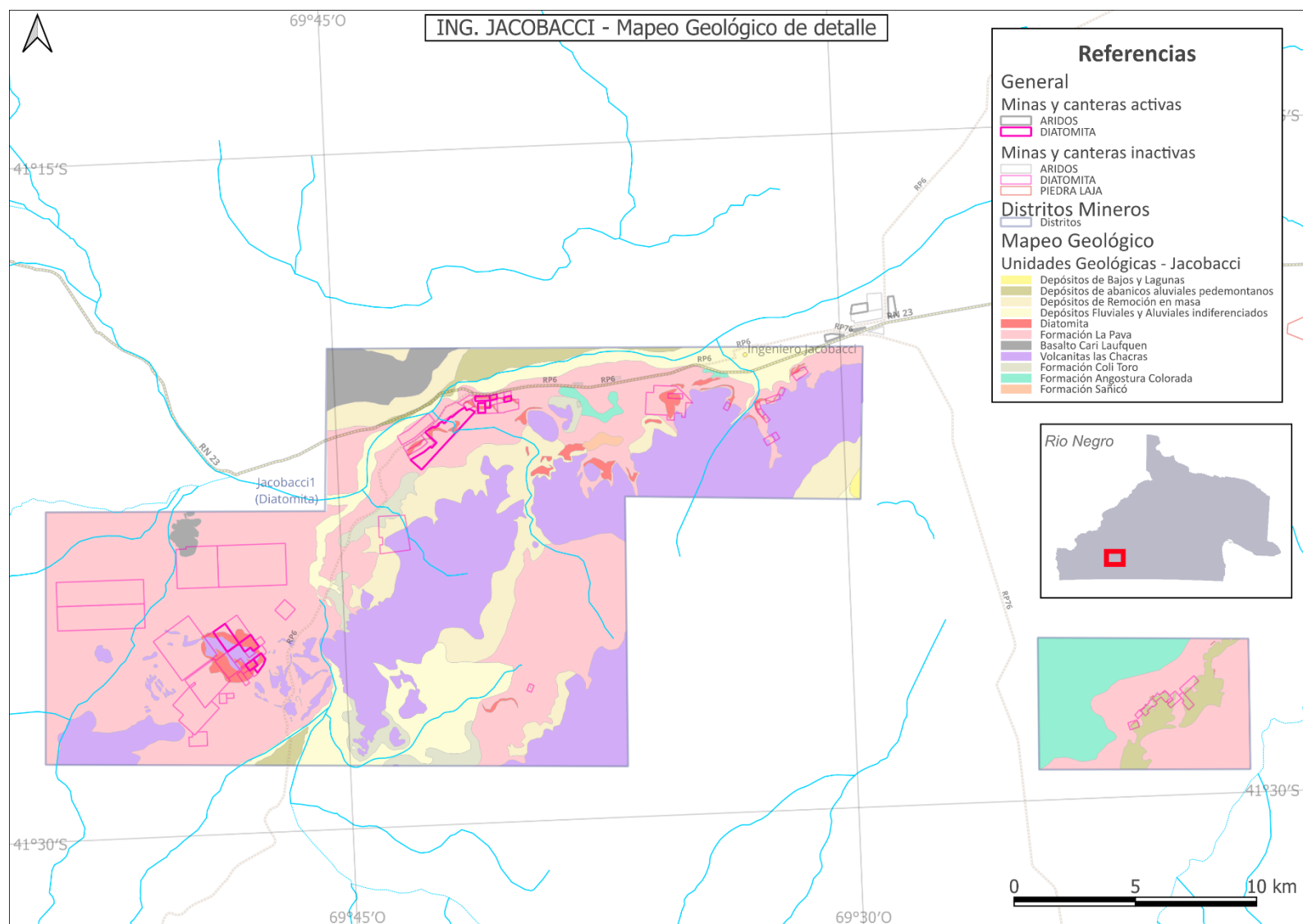
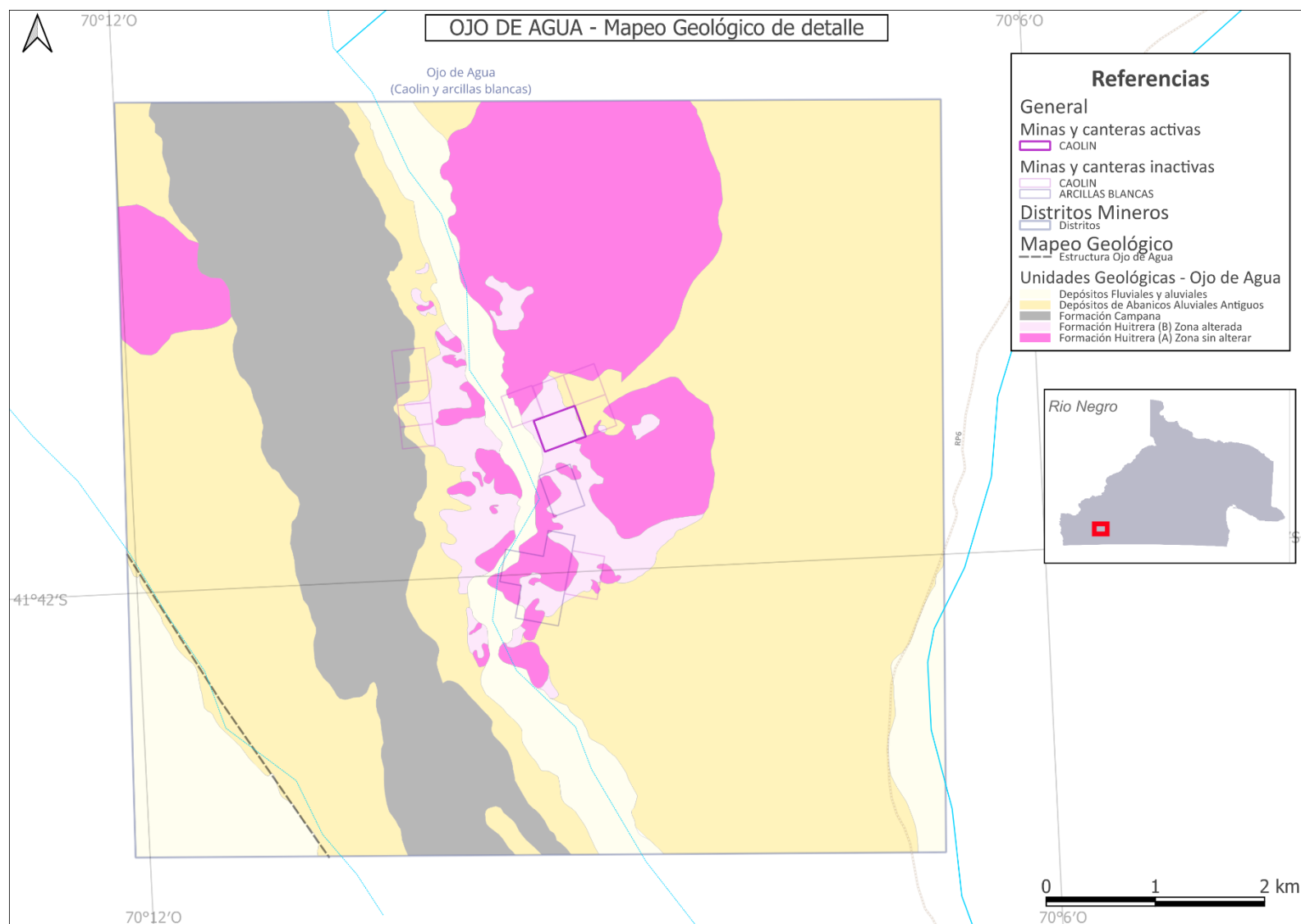


Figura 10: mapeo geológico del sector productivo cercano a la localidad Ojo de Agua, provincia de Río Negro. Elaboración propia.



La tercera campaña de constatación se llevó a cabo durante la semana del 3 al 10 de noviembre, con recorridos por las localidades de Los Menucos, San Antonio Oeste y Sierra Grande, con el objetivo de evaluar y documentar el estado de diversos yacimientos y sus potenciales recursos minerales (Fig. 11).

En Los Menucos (Fig. 12), se realizó una detallada revisión de los yacimientos de caolín asociados al Complejo Los Menucos, una formación geológica de edad Triásico-Jurásico Inferior. Este litotecto, reconocido previamente por su complejidad estructural y mineralógica, presenta depósitos actualmente inactivos. El Complejo Los Menucos está compuesto por facies piroclásticas y lávicas de composición mayoritariamente ácida pero también mesosilícica, y por diques y cuerpos graníticos de emplazamiento epizonal a subvolcánico. asociadas a las facies piroclásticas hay intercalaciones sedimentarias ricas en material fosilífero. Durante las observaciones en campo, se identificó una asociación directa de estos depósitos con eventos hidrotermales que habrían actuado como principal agente mineralizador. La roca de caja, en diversos sectores, muestra evidencias de mineralización con sulfuros y carbonatos secundarios de cobre, además de texturas brechosas que refuerzan la hipótesis de una actividad hidrotermal significativa en la génesis de estos depósitos. Estas texturas sugieren fracturación intensa de las rocas y posterior circulación de fluidos cargados de minerales, lo que resulta en la formación de cuerpos mineralizados.

Además, en Los Menucos, se documentaron sectores con presencia de baritina, un mineral asociado comúnmente a sistemas hidrotermales. Estas evidencias, junto con la proximidad a antiguas explotaciones de minerales como plomo, plata, cobre, zinc y manganeso, destacan el potencial minero del área. Las minas abandonadas en las cercanías ofrecen valiosa información sobre la dinámica de extracción histórica y la mineralización secundaria asociada.

En San Antonio Oeste se verificó la producción activa de sal común en la Salina El Gualicho, recurso de gran importancia económica para la región (Fig. 13). Además, se realizaron muestreos de salmuera con el objetivo de analizar su contenido en sólidos disueltos y metales. Este análisis tiene como propósito identificar la presencia de elementos de alto valor que no se estén explotando actualmente, como el litio, cuya demanda global está en aumento debido a su uso en baterías y tecnologías energéticas avanzadas. En Sierra Grande, las actividades incluyeron el muestreo de los yacimientos de hierro de la Formación Sierra Grande, enfocándose en determinar los niveles de fósforo presentes (Fig. 14). Este análisis busca evaluar la potencialidad del fósforo no solo como un componente del mineral de hierro, sino también como un recurso estratégico para la industria agrícola, ya que Argentina actualmente importa fósforo para la producción de fertilizantes. Identificar reservas locales con niveles económicos de fósforo podría reducir la dependencia de importaciones y abrir nuevas oportunidades de exploración y desarrollo minero.

Adicionalmente, en Sierra Grande se muestrearon áridos locales para evaluar su calidad como agregados en la producción de hormigón. Este análisis es particularmente relevante debido a que en la región se prevén obras de gran envergadura, lo que aumenta la importancia de contar con materiales de alta calidad que cumplan con las normativas técnicas y de durabilidad requeridas para proyectos de infraestructura a gran escala.

Figura 11: sectores visitados en la tercer campaña de constatación y muestreo de Caolín, Baritina, Halita, Salmuera, Fósforo y Áridos.

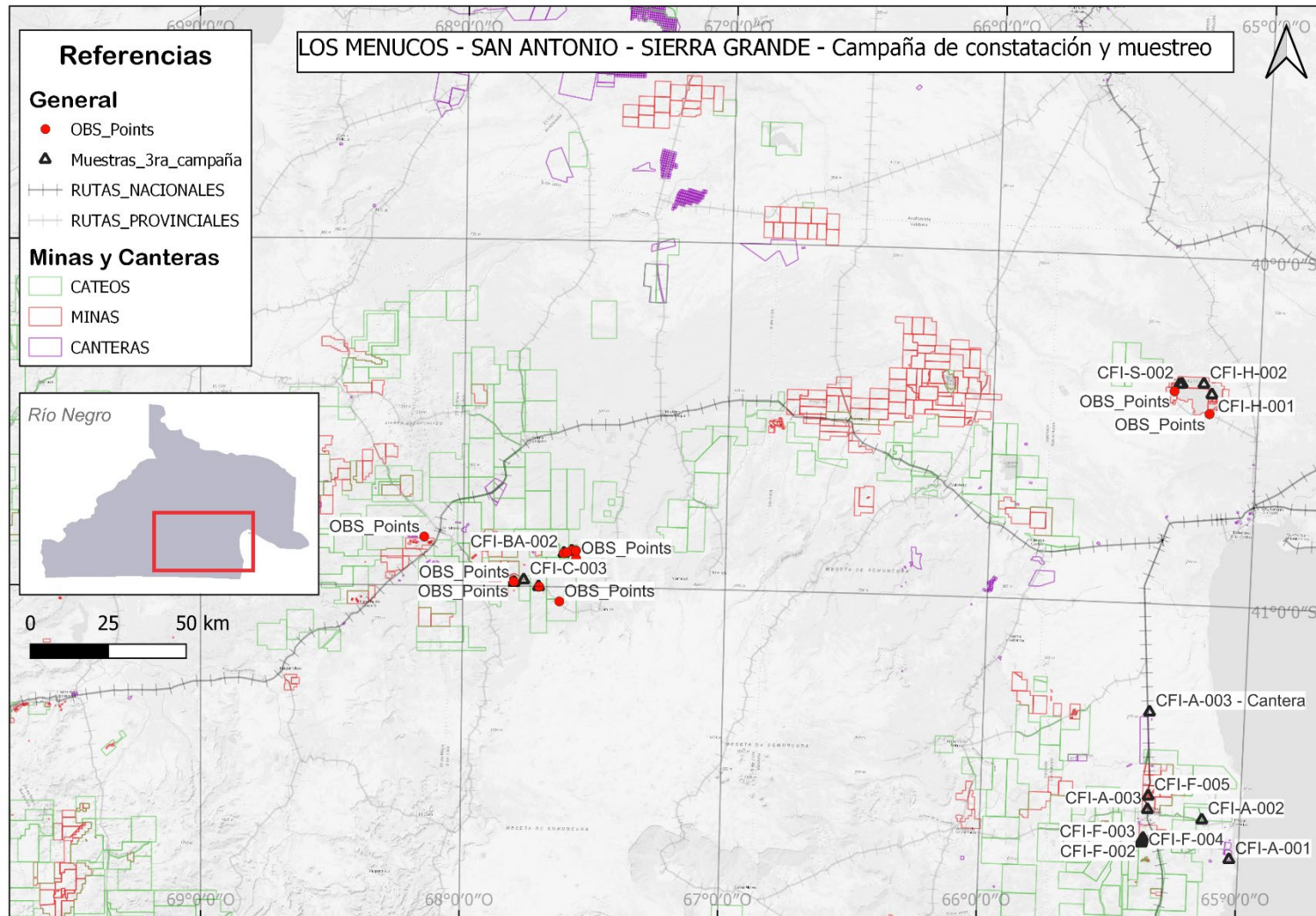


Figura 12: sectores visitados en la tercer campaña de constatación y muestreo de Caolín y Baritina en la localidad de Los Menucos.

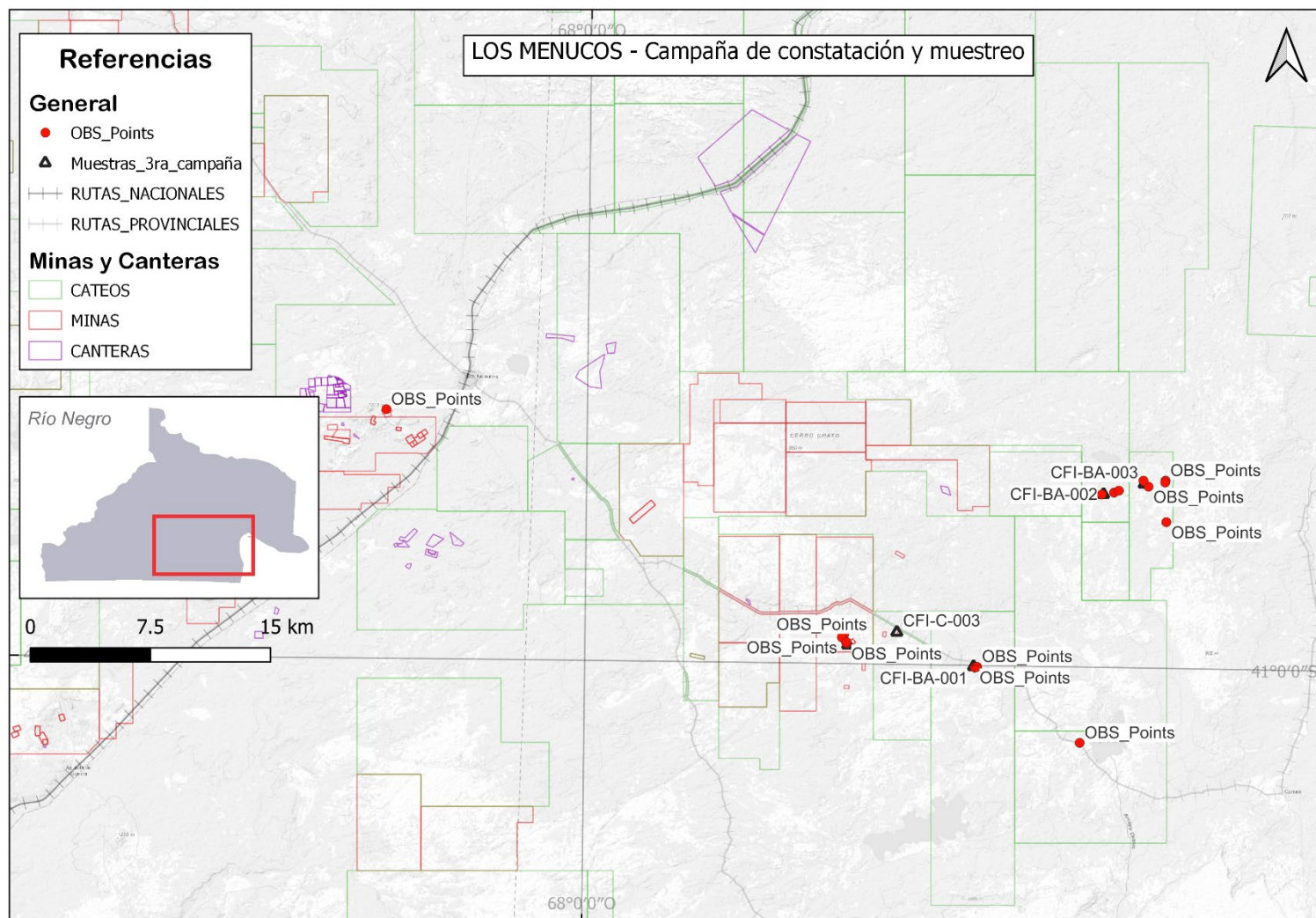


Figura 13: sectores visitados en la tercer campaña de constatación y muestreo de Halita y Salmuera en la loc. de San Antonio Oeste.

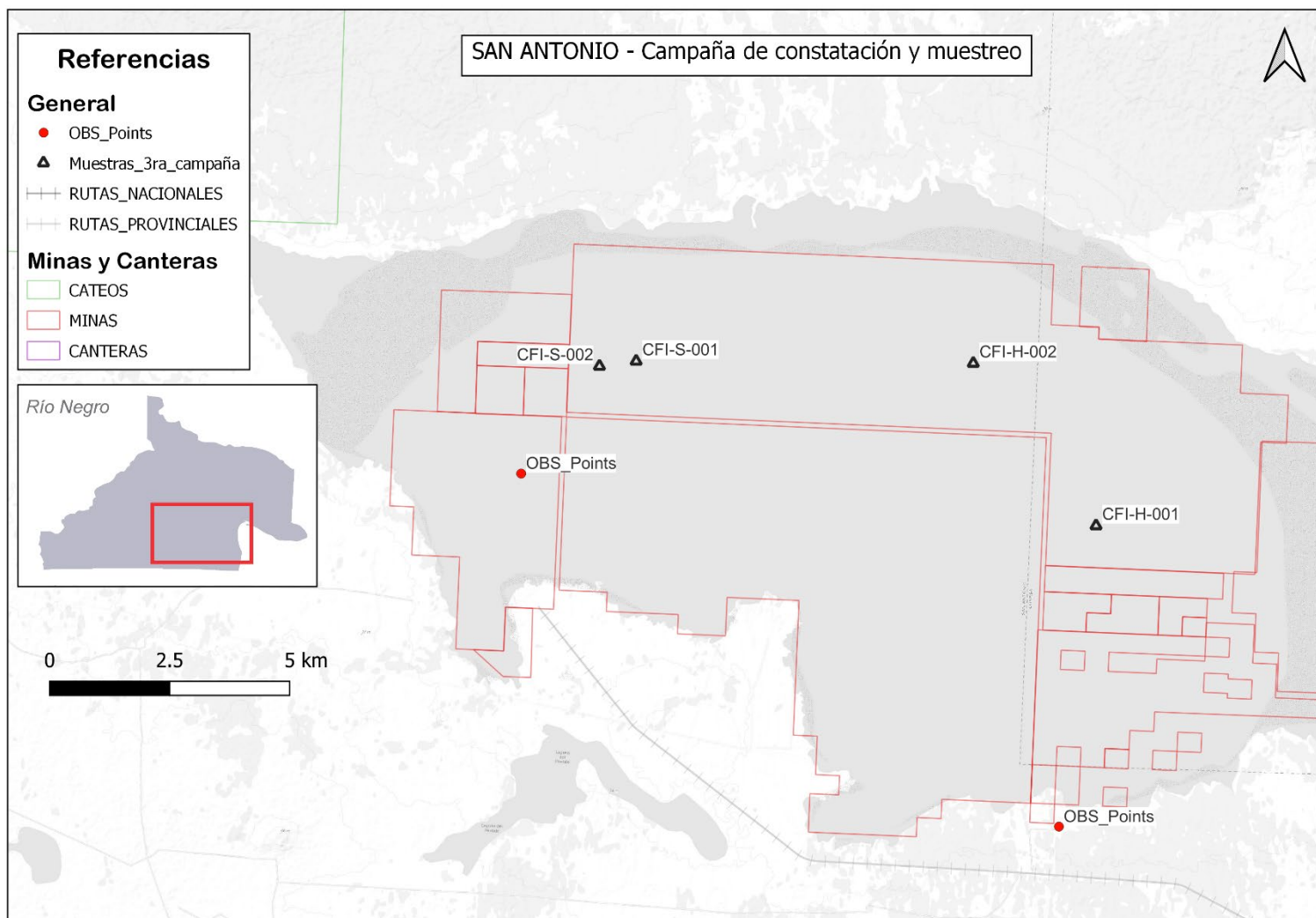


Figura 14: sectores visitados en tercer campaña de constatación y muestreo de Fósforo y Áridos en la loc. Sierra Grande. Elab. propia.

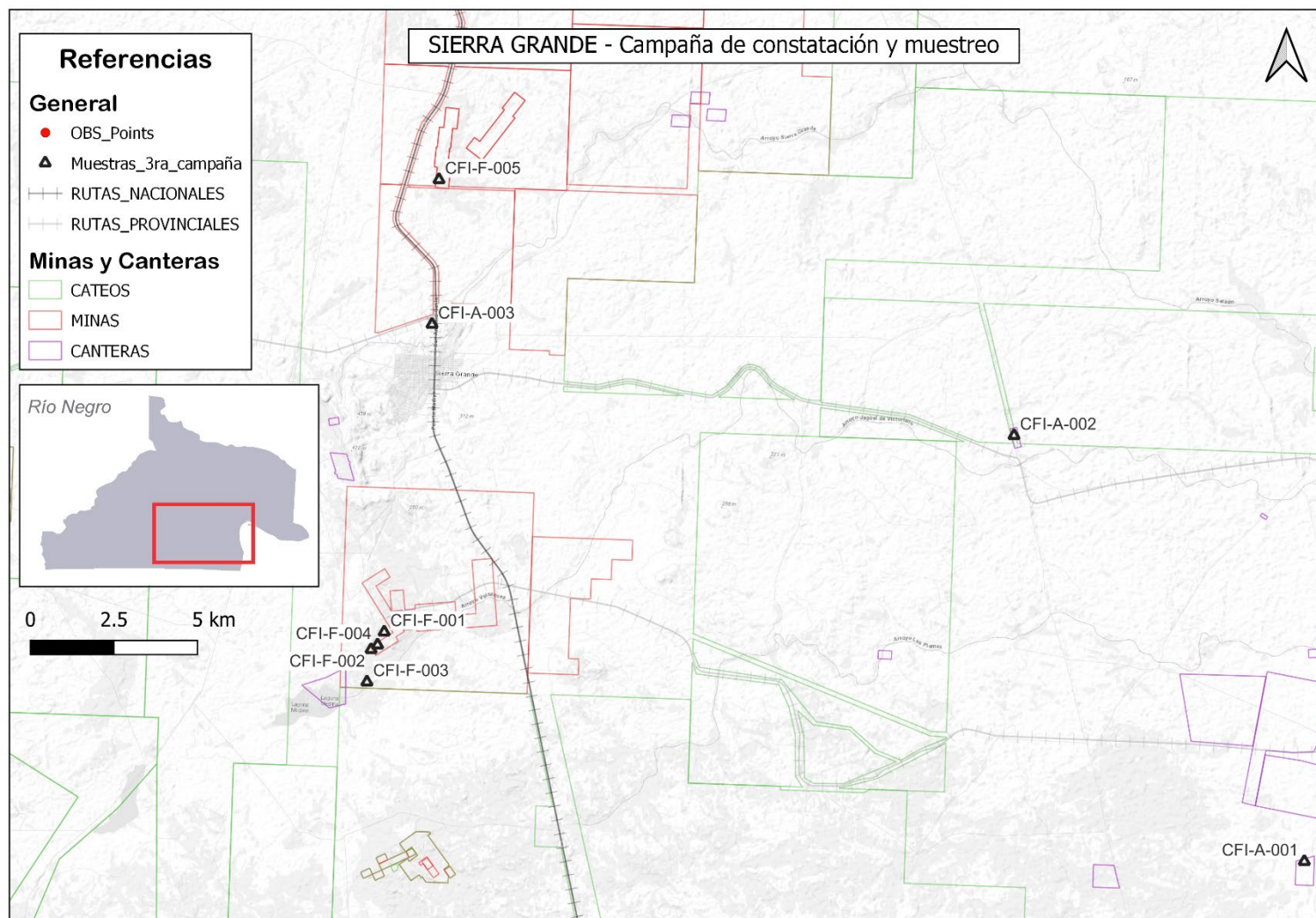


Figura 15: mapeo geológico del sector productivo de la localidad de Los Menucos, provincia de Río Negro. Elaboración propia.

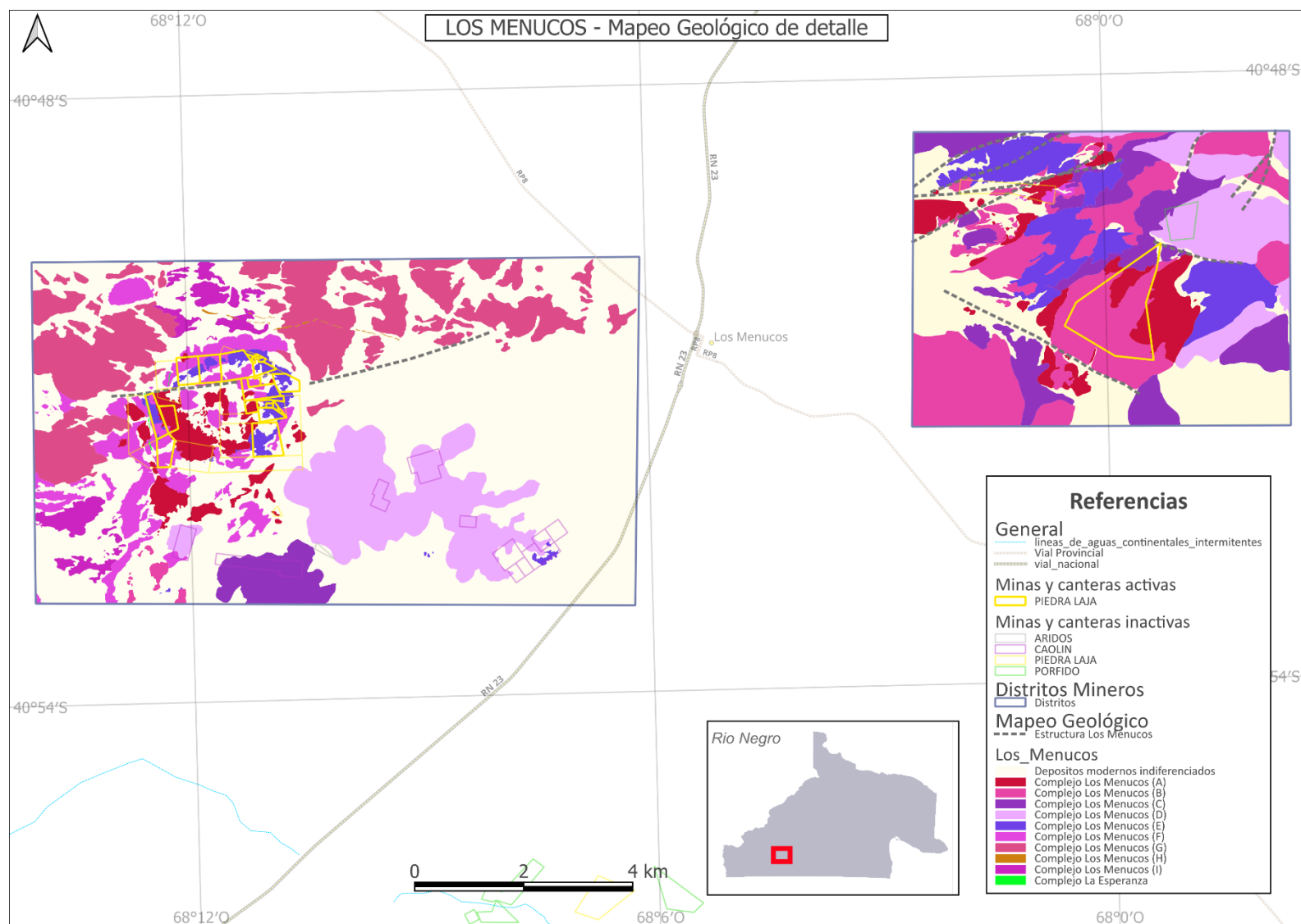
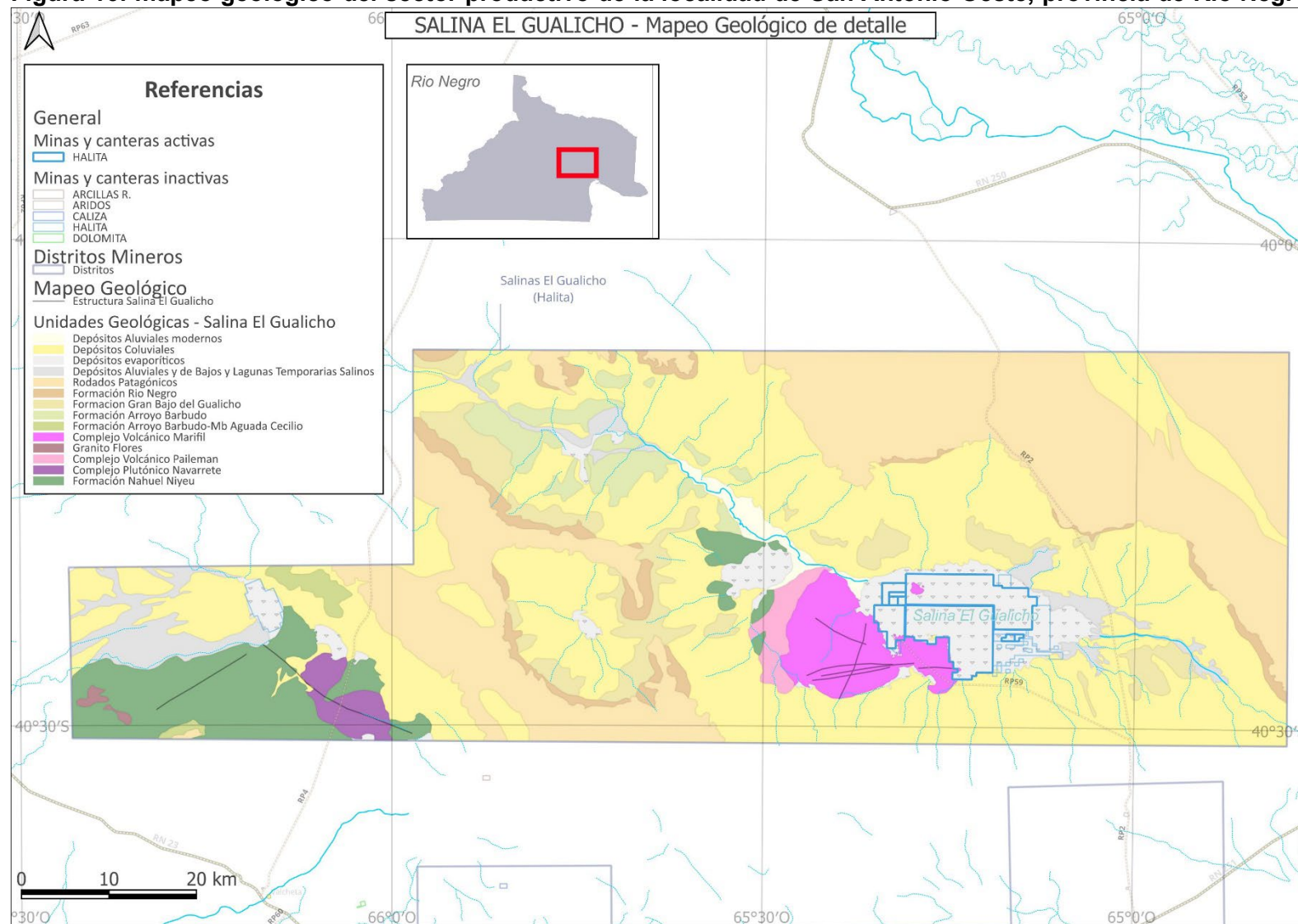


Figura 16: mapeo geológico del sector productivo de la localidad de San Antonio Oeste, provincia de Río Negro. Elaboración propia



Resultados de laboratorio

Las muestras obtenidas a lo largo del presente proyecto (Anexo 1), fueron empaquetadas, rotuladas y enviadas para su análisis en laboratorio. El laboratorio del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN) perteneciente al Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) fue el responsable de realizar los ensayos de los diferentes minerales presentes en la provincia. Asimismo, la realización de ensayos correspondientes a muestras de áridos de la localidad de Sierra Grande fue realizada por el Departamento de Geología y el Laboratorio de Ensayo y Estudio de Materiales (LEEM) del Departamento de Ingeniería, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional del Sur de la localidad de Bahía Blanca. A continuación, se presenta el detalle de los diferentes ensayos realizados:

Tabla. Ensayos realizados durante el estudio

Material	Cantidad de muestras	Ensayos realizados	Laboratorio
Bentonita	8	Estudio y caracterización de bentonitas: DRX: Análisis cualitativo de fases en fracción arcillas. Preparación de muestra para análisis químico en bowl de Widia (100 g); Determinación de la capacidad de Intercambio catiónico.; Análisis Térmico Simultáneo; Densidad real; Determinación de hinchamiento ABIFA CEMP 58; índice de plasticidad s/Atterberg; DRX: Preparación de muestras orientadas para análisis de la fracción arcillas. AQ mayoritarios en minerales y materiales; DRX: Análisis cualitativo de fases en roca total pulverizada. Trituración	INTEMIN
Diatomita	15	Estudio y caracterización de muestras de diatomitas mediante los siguientes análisis: Preparación de muestra para análisis químico en bowl de Widia (100 g) AQ mayoritarios en minerales y materiales Absorción de aceite Determinación de porosidad total, aparente, absorción de agua, densidad aparente en aire y aparente en agua MICROSCOPIA ÓPTICA: Análisis de minerales translúcidos en preparaciones "grano suelto"; no incluye preparación. MICRO	INTEMIN

Yeso	5	Estudio y caracterización de muestras de yeso: Preparación de muestra para análisis químico en bowl de Widia (100 g); DRX: Análisis cualitativo de fases en roca total pulverizada. Identificación de fases y estimación de su contenido relativo en mayoritarios (<30%), minoritarios (10-30%) y accesorios (<10%); no incluye pulverización de la muestra.; Análisis Térmico Simultáneo; AQ yesos FRX.	INTEMIN
Baritina	3	AQ mayoritarios en minerales y materiales; Análisis Térmico Simultáneo; Granulometría con Areómetro- IRAM 10512; Preparación de muestra para análisis químico en bowl de Widia (100 g); Densidad real.	INTEMIN
Fosforita	5	Preparación de muestra para análisis químico en bowl de Widia (100 g); AQ mayoritarios en minerales y materiales; DRX: Análisis cualitativo de fases en roca total pulverizada. Identificación de fases y estimación de su contenido relativo en mayoritarios (<30%), minoritarios (10-30%) y accesorios (<10%); no incluye pulverización de la muestra.	INTEMIN
Caolín	3	Plasticidad Pfefferkorn; Determinación de la capacidad de Intercambio catiónico.; Análisis Térmico Simultáneo; Preparación de muestra para análisis químico en bowl de Widia (100 g); Caracterización de la materia prima. Obtención y estudio de la pasta. Estudio de los procesos de conformado, secado y cocción de piezas. Caracterización del material obtenido.; AQ mayoritarios en minerales y materiales; DRX: Preparación de muestras orientadas para análisis de la fracción arcillas (FA): trituración, disgregación. suspensión, separación fracción arcillas, confección de 3 orientados (natural, glicolado y calcinado): hasta 50 g/muestra.; DRX: Análisis cualitativo de fases en fracción arcillas, identificación de fases y estimación de su contenido relativo en componente mayoritarios (>30%), minoritarios (10-30%), accesorios (1-10%) y trazas (<1%), no incluye preparación de orientados; DRX: Análisis cualitativo de fases en roca total pulverizada. Identificación de fases y estimación de su contenido relativo en mayoritarios (<30%), minoritarios (10-30%) y	INTEMIN

		accesorios (<10%); no incluye pulverización de la muestra. El ensayo M0110 queda sujeto a los resultados del Q0410 y G0517	
Halita	2	Preparación de muestra para análisis químico en bowl de Widia (100 g);AQ mayoritarios en minerales y materiales; Densidad real.	INTEMIN
Salmuera	2	AQ salmueras- metales disueltos por ICP-OES	INTEMIN
Agregado grueso para hormigón	1	Material fino que pasa Tamiz IRAM 75 µm por lavado (Norma IRAM 1540)	LEEM
Agregado grueso para hormigón	1	Densidad relativa real, aparente y absorción de agua Ag. Grueso (Norma IRAM 1533)	LEEM
Agregado fino para hormigón	3	Análisis Granulométrico/ Granulometría de agregados para hormigón (Norma IRAM 1505/1627)	LEEM
Agregado fino para hormigón	3	Material fino que pasa Tamiz IRAM 75 µm por lavado (Norma IRAM 1540)	LEEM
Agregado fino para hormigón	3	Densidad relativa real, aparente y absorción de agua Ag. Grueso (Norma IRAM 1533), y densidad relativa real, aparente y absorción de agua Ag. Fino (Norma IRAM 1520)	LEEM
Agregado grueso para hormigón	1	Análisis petrográfico de agregado grueso para hormigón ((normas IRAM 1649 y 1531)	Dpto de Geología
Agregado fino para hormigón	3	Análisis petrográfico de agregado fino para hormigón (normas IRAM 1649 y 1512)	Dpto de Geología

Bentonita

Las muestras caracterizadas en laboratorio fueron obtenidas en los yacimientos activos del sector del Lago Pellegrini, centro de mayor extracción de este mineral a nivel nacional. Los puntos de muestreo se focalizaron en los mantos de mayor pureza de bentonita los cuales varían entre 10 a 40 cm. Asimismo, en el sector de la mina Carhué

IX las muestras fueron provistas por personal de la empresa pertenecientes a diferentes mantos productivos de la columna sedimentaria, de mayor y menor pureza y especialmente los utilizados como adsorbente de micotoxinas.

Identificación Cliente	Identificación INTEMIN
CFI-B-001	20134 – 01
CFI-B-002	20134 – 02
CFI-B-003	20134 – 03
CFI-B-004	20134 – 04
CFI-B-005	20134 – 05
CFI-B-006	20134 – 06
CFI-B-007	20134 – 07
CFI-B-008	20134 – 08

La serie de muestras analizadas proviene de diferentes sectores y mantos de un mismo depósito bentonítico, presentando variaciones tanto en espesor como en coloración y calidad aparente (Tabla 1). En la sección inferior se ubican las bentonitas 20134-01 y 20134-03, que muestran un espesor de hasta 0,4 m en el caso de 20134-01 y un material reducido con presencia de piritita fresca en 20134-03. Ambas exhiben valores de hinchamiento (33 a 37 cm³/100 g) y capacidad de intercambio catiónico (CEC de 0,64 a 0,82 meq/g) que, junto con su índice de plasticidad, las sitúan en un rango medio-alto de calidad dentro de las muestras estudiadas. La bentonita 20134-02, por el contrario, procede de la sección superior con un espesor menor (0,1 m) y presenta una tonalidad verde oliva; sus propiedades de hinchamiento (29 cm³/100 g) y CEC (0,64 meq/g) son algo más bajas, lo que sugiere una reducción en la fracción esmectítica activa.

La bentonita 20134-04, descrita como “celeste” y con al menos 40 cm de potencia, registra el hinchamiento más elevado (42 cm³/100 g) y una CEC de 0,87 meq/g, lo que indica un alto contenido de montmorillonita sódica. Este material se considera de excelente calidad para usos que requieran elevada expansión y retención de fluidos. En cambio, 20134-05 (Manto n.º 2) y 20134-06 (Manto n.º 4) muestran valores de hinchamiento inferiores (14 cm³/100 g), acompañados de menor CEC (0,58 y 0,42 meq/g, respectivamente), lo que se asocia a una mayor presencia de componentes silíceos y una menor proporción de fases esmectíticas. Finalmente, 20134-07 y 20134-08, de coloración marrón oscuro y marrón claro respectivamente, están destinadas al uso como adsorbentes de micotoxinas. Sus propiedades de hinchamiento (20 y 14 cm³/100 g) y CEC moderada-baja (0,55 y 0,43 meq/g) apuntan a un equilibrio entre la fracción esmectítica y minerales accesorios, de manera que, si bien no exhiben gran expansión, poseen suficiente área superficial y reactividad para aplicaciones de adsorción.

Tabla 1: análisis químico de las 8 muestras analizadas. Las mismas se encuentran ordenadas de mayor a menor según capacidad de hinchamiento siendo los tonos en verde de mayor porcentaje y los tonos en amarillo de menor porcentaje. Se observa la tendencia al disminuir el porcentaje de sílice, aumentan los porcentajes de alúmina y óxido de magnesio. Asimismo, los valores de óxido de potasio disminuyen en las bentonitas de menor calidad, indicando menor proporción de algunas impurezas.

Analito en g/100g	Hinchamiento en cm ³	CEC (meq/g)	LL	LP	IP	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Pérdida por calcinación a 1000°C
20134-04	42	0.87	85	38	47	60.06	4.49	3.21	0.42	21.53	3.11	0.30	6.45
20134-01	37	0.64	84	39	45	60.34	3.98	2.40	0.35	21.40	3.48	0.26	6.64
20134-03	33	0.82	81	33	48	59.64	4.16	2.69	0.81	20.55	3.67	0.48	6.70
20134-02	29	0.64	80	38	42	60.96	3.94	2.42	0.45	20.70	3.32	0.59	6.41
20134-07	20	0.55	77	35	42	62.13	5.09	2.56	0.64	19.34	2.41	1.21	5.60
20134-05	14	0.58	63	39	24	60.06	4.84	2.48	1.29	19.27	2.57	1.39	6.93
20134-06	14	0.42	66	38	27	67.37	3.18	2.57	0.92	17.05	1.69	1.25	4.93
20134-08	14	0.43	71	33	38	66.36	3.86	2.47	0.70	17.57	1.89	1.29	4.84

Caolín

Las muestras caracterizadas fueron obtenidas de tres diferentes minas de la provincia. La muestra CFI-C-001 fue obtenida en cercanías a la localidad de Mamuel Choique y los dos restantes se obtuvieron en cercanías a la localidad de Los Menucos. El objeto principal de este muestreo fue determinar la existencia o no de diferentes características físico-químicas de los yacimientos.

Tabla 2: análisis químico de las tres muestras analizadas.

Analito en g/100g	20135-01 (CFI-C-001)	20226-01 (CFI-C-002)	20226-02 (CFI-C-003)
SiO ₂	49.31	74.81	73.76
Al ₂ O ₃	33.40	17.96	18.93
Fe ₂ O ₃	0.85	0.05	< 0,01
TiO ₂	1.60	0.30	0.17
P ₂ O ₅	0.07	0.05	0.07
ZrO ₂	0.19	< 0,01	< 0,01
MnO	0.01	0.05	0.02
BaO	0.05	0.09	0.02
SrO	0.02	0.18	0.36
Na ₂ O	0.42	0.24	0.21
K ₂ O	0.38	0.14	0.01
SO ₃	0.02	0.03	0.03
Pérdida por calcinación a 1000°C	13.03	6.01	6.40

La muestra 20135-01 tiene un contenido más alto de Al₂O₃ (33.40%), lo que indica una mayor presencia de caolinita y minerales del grupo de las micas. También presenta mayores concentraciones de Fe₂O₃ y TiO₂, lo que sugiere una alteración residual más intensa con menor grado de purificación. En contraste, las muestras 20226-01 y 20226-02 son similares en composición, con un alto contenido de SiO₂ (~74%) y menor proporción de Al₂O₃, lo que sugiere una mayor mezcla con cuarzo y una menor cantidad de minerales arcillosos. Además, la pérdida por calcinación (LOI) es más elevada en la muestra 20135-01, lo que indica un mayor contenido de minerales hidratados como la caolinita. Esto es confirmado por la difracción de rayos X realizado en las muestras, indicando como mineral mayoritario a la caolinita en la muestra CFI-C-001 y como minoritarios en las dos muestras restantes (Tabla 3).

Tabla 3: difracción de rayos X de las tres muestras analizadas.

Identificación	Componentes mayoritarios	Componentes minoritarios
20135 – 01	Mineral del grupo de la caolinita Mineral del grupo de las micas Mineral del grupo de las esmectitas	Cuarzo SiO ₂ Mineral del grupo de las plagioclasas
20226-01	Qz	Kao
20226-02	Qz	Kao

Diatomita

Las muestras caracterizadas fueron obtenidas de los yacimientos actualmente en explotación, ubicados al oeste y suroeste de la localidad de Ingeniero Jacobacci. Además, se recolectaron dos muestras en sectores alejados del centro de extracción actual, situados al norte y sureste de la localidad, identificadas como CFI-D-008 y CFI-D-012, respectivamente. El objetivo principal de estos ensayos fue determinar la existencia de variaciones laterales en la calidad de las tierras de diatomeas.

A partir de los resultados obtenidos, se determinó que la absorción de aceite varía en todas las muestras dentro de un rango aproximado del 20% al 37%. Las muestras con valores superiores al 30% corresponden a CFI-D-006, CFI-D-003, CFI-D-011 y CFI-D-008, con valores de 36.95%, 35.24%, 32.16% y 32.14%, respectivamente. Estos valores representan niveles de mayor calidad según la observación en campo y la identificación de los productores, a excepción de la muestra CFI-D-003, que pertenece al nivel B de menor calidad con intercalaciones tobáceas de la Mina Anecón. Las muestras cuya absorción de aceite oscila entre el 25% y el 30% corresponden a CFI-D-007, CFI-D-013, CFI-D-002, CFI-D-004, CFI-D-009 y CFI-D-005, con valores de 28.95%, 28.24%, 27.66%, 27.57%, 26.76% y 26.40%, respectivamente. Por otro lado, las muestras con menor capacidad de absorción de aceite, es decir, aquellas que presentan valores inferiores al 25%, son CFI-D-012, CFI-D-010, CFI-D-001, CFI-D-014 y CFI-D-015, con valores de 24.52%, 24.04%, 22.00%, 23.51% y 20.47%, respectivamente.

El análisis químico reveló que el contenido de óxido de sílice en las muestras varía entre el 80% y el 58%. Estas variaciones están influenciadas por el incremento de alúmina y óxido de hierro, que forman parte de la composición de la diatomita. Asimismo, se observó que la disminución del porcentaje de óxido de sílice se relaciona con un aumento en la presencia de impurezas, representadas por óxidos de titanio, circonio, bario y estroncio. Por otro lado, los valores de calcio, magnesio, sodio y potasio permanecen estables ante las variaciones en sílice. En cuanto al óxido de manganeso, se mantiene constante en la mayoría de las muestras, con la excepción de CFI-D-001, que presenta un valor de 0.27% en peso (Tabla 4).

Respecto a la densidad real y aparente de las muestras analizadas, se observó una variación significativa entre los distintos yacimientos. Se determinó que el aumento en densidad está influenciado por la reducción del porcentaje de óxido de sílice, el incremento de alúmina, óxido de hierro e impurezas, así como por la disminución de la

capacidad de absorción de aceite. Consecuentemente, también se detectó una reducción de la porosidad total, la cual varía entre el 72% y el 59.2%. (Tabla 5). La absorción en agua no pudo ser realizada dado que las muestras disgregaban muy rápidamente en agua imposibilitando proceder con el ensayo.

El análisis mediante Difracción de Rayos X permitió identificar que las 15 muestras presentan una composición similar, compuesta mayoritariamente por material amorfo y arcillas del grupo de la esmectita, además de una menor proporción de minerales del grupo de las plagioclasas. Sin embargo, las muestras CFI-D-003 y CFI-D-008 se diferencian del resto debido a la presencia de minerales del grupo de la clorita, ausentes en las otras 13 muestras.

Por último, el análisis mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) confirmó que el material amorfo detectado en la Difracción de Rayos X corresponde a la presencia de frústulos de diatomeas, otros restos orgánicos y trizas vítreas asociadas a actividad volcánica. En relación con los tamaños predominantes de diámetro o longitud de las espículas, estos varían entre 47 μm y 5 μm , con un máximo registrado entre 73.9 μm y 7.1 μm y un mínimo entre 17.3 μm y 2 μm . Se destaca la muestra CFI-D-008, que presenta el mayor tamaño predominante de espículas y, además, el mayor porcentaje de óxido de sílice en su composición, junto con una de las mayores porosidades y capacidades de absorción de aceite. En cuanto a la forma predominante de las espículas, se determinó que son mayormente centrales, con excepción de las muestras CFI-D-007 y CFI-D-008 determinadas como pennales. (Tabla 6).

Tabla 4: análisis químico de las 15 muestras analizadas. Las mismas se encuentran ordenadas de mayor a menor según porcentaje de óxido de sílice siendo los tonos en verde de mayor porcentaje y los tonos en amarillo de menor porcentaje. Se observa la tendencia al disminuir el porcentaje de sílice, aumentan los porcentajes de alúmina, óxido de hierro y óxidos de titanio, circonio, bario y estroncio.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	ZrO ₂	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	BaO	SrO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Pérdida por calcinación a 1000°C
20136-08	79.28	10.77	1.08	0.29	0.03	0.02	0.01	0.59	0.98	0.01	0.02	0.51	0.07	0.02	6.25
20136-03	69.55	12.31	4.34	0.37	0.03	0.03	0.04	2.49	1.74	0.03	0.06	0.87	0.92	0.02	7.16
20136-12	68.97	14.87	3.54	0.40	0.04	0.02	0.02	0.58	1.69	< 0,01	0.04	1.88	0.22	0.05	7.66
20136-11	68.94	14.44	4.21	0.42	0.04	0.06	0.11	1.17	1.77	0.02	0.03	0.39	0.36	0.02	8.00
20136-13	68.11	15.03	2.87	0.41	0.04	0.05	0.06	1.31	1.88	0.02	0.04	0.86	0.54	0.03	8.72
20136-02	66.75	14.15	3.27	0.45	0.04	0.03	0.02	2.01	2.72	0.02	0.06	0.38	0.85	0.02	9.22
20136-10	65.74	14.10	4.33	0.47	0.04	0.87	0.10	2.97	2.09	0.02	0.05	0.66	0.41	0.03	8.09
20136-06	63.77	15.39	4.05	0.52	0.05	0.22	0.02	2.54	2.44	0.04	0.08	0.92	1.51	0.02	8.41
20136-04	61.56	16.33	5.37	0.59	0.05	0.21	0.07	2.52	2.60	0.02	0.07	1.22	0.93	0.03	8.41
20136-07	61.27	17.00	5.28	0.62	0.06	0.24	0.05	2.52	2.53	0.04	0.07	1.11	1.13	0.02	8.05
20136-09	60.69	16.48	5.37	0.60	0.06	0.40	0.10	2.87	3.03	0.04	0.07	0.90	0.94	0.02	8.42
20136-01	59.49	15.78	5.77	0.67	0.06	0.40	0.27	3.03	3.78	0.04	0.07	1.37	1.04	0.04	8.18
20136-15	59.22	15.72	5.21	0.54	0.05	0.95	0.03	4.20	3.03	0.03	0.08	0.73	0.99	0.02	9.16
20136-14	59.14	16.76	5.70	0.61	0.06	0.31	0.07	2.76	3.03	0.03	0.07	1.18	1.10	0.03	9.11
20136-05	58.95	16.70	5.98	0.67	0.06	0.38	0.12	3.10	3.21	0.04	0.07	1.02	0.87	0.03	8.78

Tabla 5: análisis químico, absorción en aceite, densidad aparente, densidad real y porosidad total de las 15 muestras analizadas. Las mismas se encuentran ordenadas de mayor a menor según densidad aparente siendo los tonos en verde de mayor densidad y los tonos en amarillo de menor densidad. Nótese la relación directa entre las densidades y el menor porcentaje en peso de óxido de sílice y el mayor porcentaje de óxidos de aluminio, hierro, titanio y circonio. Así también se observa una relación directa entre bajas densidades, mayor porosidad total y consecuentemente mayor capacidad de absorción en aceite. Nótese que la muestra 20136-01 (CFI-D-001) se encuentra dentro de los menores porcentajes de absorción en aceite (22%) a pesar de estar dentro del rango de muestras de baja densidad y alta porosidad.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	ZrO ₂	MnO	Absorción %	Densidad aparente g/cm ³	Densidad real g/cm ³	Porosidad total %
20136-05	58.95	16.70	5.98	0.67	0.06	0.12	26.40	0.98	2.39	59.20
20136-09	60.69	16.48	5.37	0.60	0.06	0.10	26.76	0.91	2.35	61.30
20136-15	59.22	15.72	5.21	0.54	0.05	0.03	20.47	0.88	2.43	63.80
20136-04	61.56	16.33	5.37	0.59	0.05	0.07	27.57	0.88	2.37	62.80
20136-07	61.27	17.00	5.28	0.62	0.06	0.05	28.95	0.88	2.33	62.40
20136-02	66.75	14.15	3.27	0.45	0.04	0.02	27.66	0.85	2.39	64.60
20136-14	59.14	16.76	5.70	0.61	0.06	0.07	23.51	0.82	2.35	65.10
20136-10	65.74	14.10	4.33	0.47	0.04	0.10	24.04	0.73	2.29	68.20
20136-13	68.11	15.03	2.87	0.41	0.04	0.06	28.24	0.69	2.26	69.20
20136-01	59.49	15.78	5.77	0.67	0.06	0.27	22.00	0.68	2.25	69.60
20136-08	79.28	10.77	1.08	0.29	0.03	0.01	32.14	0.67	2.25	70.20
20136-12	68.97	14.87	3.54	0.40	0.04	0.02	24.52	0.67	2.33	71.40
20136-03	69.55	12.31	4.34	0.37	0.03	0.04	35.24	0.67	2.28	70.70
20136-06	63.77	15.39	4.05	0.52	0.05	0.02	36.95	0.67	2.33	71.40
20136-11	68.94	14.44	4.21	0.42	0.04	0.11	32.16	0.63	2.26	72.00

Tabla 6: óxido de sílice, absorción en aceite, densidad aparente, densidad real, porosidad total, tamaño de diámetro o longitud de espículas y forma predominante de espículas de las 15 muestras analizadas. Las mismas se encuentran ordenadas de mayor a menor tamaño predominante de espículas, siendo los tonos en verde de mayor tamaño y los tonos en amarillo de menor tamaño. Nótese la relación directa entre óxido de sílice, absorción, porosidad y tamaño de las espículas y su relación indirecta con densidades aparentes y reales.

Muestra	SiO ₂	Absorción %	Densidad aparente g/cm ³	Densidad real g/cm ³	Porosidad total %	Mínimo Tamaño de diámetro o longitud de las espículas (μm)	Máximo Tamaño de diámetro o longitud de las espículas (μm)	Predominante Tamaño de diámetro o longitud de las espículas (μm)	Forma predominante de las espículas
20136-08	79.28	32.14	0.67	2.25	70.20	13.20	73.90	47.00	Pennales
20136-14	59.14	23.51	0.82	2.35	65.10	17.30	37.40	26.00	Centrales
20136-10	65.74	24.04	0.73	2.29	68.20	7.80	22.00	14.00	Centrales
20136-03	69.55	35.24	0.67	2.28	70.70	7.40	19.70	13.00	Centrales
20136-12	68.97	24.52	0.67	2.33	71.40	5.40	44.40	13.00	Centrales
20136-06	63.77	36.95	0.67	2.33	71.40	7.60	16.50	12.00	Centrales
20136-11	68.94	32.16	0.63	2.26	72.00	5.90	20.10	11.00	Centrales
20136-02	66.75	27.66	0.85	2.39	64.60	4.90	13.40	10.00	Centrales
20136-01	59.49	22.00	0.68	2.25	69.60	3.70	19.60	10.00	Centrales
20136-05	58.95	26.40	0.98	2.39	59.20	5.80	19.90	8.00	Centrales
20136-15	59.22	20.47	0.88	2.43	63.80	5.80	9.60	8.00	Centrales
20136-13	68.11	28.24	0.69	2.26	69.20	5.40	10.70	8.00	Centrales
20136-09	60.69	26.76	0.91	2.35	61.30	5.10	7.10	6.00	Centrales
20136-04	61.56	27.57	0.88	2.37	62.80	4.50	8.50	6.00	Centrales
20136-07	61.27	28.95	0.88	2.33	62.40	2.00	8.00	5.00	Pennales

Yeso

Las muestras analizadas fueron obtenidas de yacimientos ubicados al noreste de la localidad de Allen. Además, se realizó un muestreo en la zona perimetral del Lago Pellegrini, correspondiente al yeso del Miembro Superior de la Formación Allen, identificado como CFI-Y-006. El objetivo principal de estos ensayos fue determinar posibles variaciones laterales en la calidad del yeso perteneciente a la Formación Roca, así como evaluar la calidad de este mineral en el Miembro Superior de la Formación Allen.

Los análisis de laboratorio (Tabla 4) indican que todas las muestras presentan una pureza superior al 90%, según la norma ASTM-C471M:2001. No se detectó la presencia de anhidrita, lo que confirma que la totalidad del sulfato de calcio se encuentra hidratado.

Las muestras CFI-Y-004 y CFI-Y-002 registraron los menores valores de pureza, con 91,23% y 95,32% respectivamente. Sin embargo, los porcentajes de óxido de calcio y sulfato en estas muestras no presentan variaciones significativas en comparación con las demás. Estas diferencias en la pureza se explican por un mayor contenido de carbonato de calcio, alcanzando un 8% en peso en la muestra CFI-Y-004 y un 4,2% en la CFI-Y-002.

Por otro lado, la muestra obtenida del Miembro Superior de la Formación Allen (CFI-Y-006) fue la de mayor pureza, con un 98,8% según la norma ASTM-C471M:2001 y un 99,24% de pureza estimada tras los análisis térmicos.

Tabla 7: resultados de laboratorio del total de muestras analizadas. Las mismas se encuentran ordenadas de mayor a menor de porcentaje de pureza estimado a partir del análisis térmico, siendo los tonos en verde de mayor pureza y los tonos en amarillo de menor pureza.

Analito en g/100g	% Pureza estimado	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CaCO_3	CaO	SO_3	CaSO_4
20137-05	99.24	98.80	0.47	32.44	46.00	< 0,05
20137-01	98.81	95.32	4.20	33.40	44.45	< 0,05
20137-04	96.85	97.25	< 0,05	31.67	45.67	< 0,05
20137-02	96.13	98.54	0.80	32.52	45.87	< 0,05
20137-03	92.02	91.23	8.00	34.19	42.56	< 0,05

Baritina

Las muestras caracterizadas en laboratorio corresponden a depósitos de vetas hidrotermales ubicadas a 35 kilómetros al sureste de la localidad de Los Menucos. Los resultados obtenidos muestran diferencias en el contenido de BaO siendo la de mayor porcentaje la correspondiente a CFI-BA-002 ubicada en la ex Mina Tacurú, con un 63.04% de pureza, seguida por la muestra CFI-BA-001 con un 53.8% de BaO ubicada en la ex Mina Bari y por último y con un menor porcentaje de BaO la muestra CFI-A-003

con un 21.40%. Se debe considerar que las tres muestras fueron tomadas de vetas y venillas las cuales presentan otros minerales asociados a las mismas.

Analito	BaO	SrO	SO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cs ₂ O	NiO	ZnO	Cr ₂ O ₃	Cloruros	Fluoruros	Pérdida por calcinación a 800°C
20224-02	63.04	2.60	31.42	1.02	0.12	1.14	0.12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	< 0.01	0.03	0.24	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	0.25
20224-01	53.80	2.44	25.35	11.79	0.12	4.05	0.08	N.D.	0.01	0.03	0.06	< 0.01	0.02	0.24	0.02	0.01	N.D.	0.08	1.38	0.60
20224-03	21.40	0.40	9.82	57.30	4.30	0.44	1.72	0.17	0.05	0.03	0.27	0.47	2.00	0.20	N.D.	0.01	0.02	0.10	N.D.	1.23
Identificación	Densidad en g/cm ³																			
20224 – 01	4.39																			
20224 – 02	3.79																			
20224 – 03	2.97																			

Fosforita

Se llevó a cabo la caracterización de muestras obtenidas en el sector de la Mina de Hierro Sierra Grande y el Yacimiento Norte. Las actividades realizadas incluyeron el muestreo de los yacimientos de hierro pertenecientes a la Formación Sierra Grande, con el objetivo de evaluar la variabilidad en los niveles de fósforo presentes en diferentes etapas del procesamiento del mineral y su potencial aprovechamiento industrial.

Para ello, se tomaron muestras en distintas fases del proceso productivo, permitiendo analizar la distribución del fósforo en cada una de ellas. Las muestras fueron identificadas de la siguiente manera:

- CFI-F-001: Proveniente de la trituración primaria, etapa en la que el material extraído de la mina es reducido de tamaño para su posterior procesamiento.
- CFI-F-002: Material de descarte, compuesto por fracciones no aprovechables del mineral, separadas durante el procesamiento.
- CFI-F-003: Muestra obtenida del dique de cola, que corresponde a los residuos generados tras la concentración del hierro, donde pueden quedar trazas de fósforo.
- CFI-F-004: Concentrado de mina, producto final del proceso de concentración del hierro, donde se evalúa la presencia residual de fósforo en el material beneficiado.
- CFI-F-005: Muestra tomada del sector de trincheras del Yacimiento Norte.

A partir de los resultados obtenidos (Tabla 8), se determinó que el fosfato se distribuye de manera diferenciada en las muestras analizadas. El Dique de Cola presenta el mayor contenido de fósforo, con un 4.16% de P₂O₅, lo que indica que el apatito (Ap), presente entre los componentes accesorios, es la principal fuente de este elemento. Las muestras de Yacimiento Norte y de Mena (Trituración primaria), con valores de 3.37% y 3.20% de P₂O₅ respectivamente, muestran contenidos similares de fósforo, manteniendo el apatito como mineral accesorio. Esto sugiere que en las etapas iniciales del proceso todavía se conserva una fracción significativa de fosfato. En el concentrado final, el contenido de fósforo se reduce considerablemente a 0.93% de P₂O₅. Por último, el descarte (roca de caja) es la muestra con menor contenido de fósforo, con solo un 0.18%

de P_2O_5 , y en ella no se reporta la presencia de apatito, predominando en su composición cuarzo y otros silicatos como plagioclasas, feldespatos potásicos y micas.

Desde el punto de vista mineralógico, el apatito es el principal portador de fósforo en todas las muestras donde aparece. Su mayor concentración se encuentra en los residuos (colas) y en las menas del Yacimiento Norte y Trituración Primaria, mientras que su presencia en el concentrado final es mínima. Asimismo, el contenido de calcio (CaO) se correlaciona con la presencia de apatito, ya que este mineral contiene calcio y fosfato en su estructura. Por ejemplo, el Dique de Cola exhibe un 4.80% de CaO y un 4.16% de P_2O_5 , valores que reflejan la presencia de apatito en la muestra.

Tabla 8: resultados de laboratorio del total de muestras analizadas. Las mismas se encuentran ordenadas de mayor a menor de porcentaje de contenido en fosfato, siendo los tonos en verde de concentración y los tonos en amarillo de menor concentración.

Detalle	Analito en g/100g	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	Cloruro	Pérdida por calcinación a 1000°C
Dique de Cola	20225-03	34.21	9.01	33.78	4.16	4.80	3.03	0.08	7.25
Yacimiento Norte	20225-05	22.29	3.30	62.67	3.37	4.10	0.13	0.07	2.98
Trituración 1°	20225-01	3.80	3.13	79.70	3.20	4.27	0.52	0.07	2.91
Concentrado	20225-04	2.05	1.70	93.42	0.93	1.05	0.18	N.D.	< 0,01
Descarte	20225-02	66.84	16.01	6.28	0.18	0.84	0.23	0.05	3.12

Detalle	Analito en g/100g	Componentes Mayoritarios	Componentes Minoritarios	Componentes Accesorios
Dique de Cola	20225-03	Qz	Mt, He, Cl y/o K	Pl, Ja, Ap
Yacimiento Norte	20225-05	Qz, He	-	Ap
Trituración 1°	20225-01	Mt, He	Sd, Cl y/o Kao	Ap, M
Concentrado	20225-04	Mt	-	-
Descarte	20225-02	Qz	Cl y/o Kao	Pl, FK, M

Referencias:

Mt = Magnetita Fe₃O₄

He = Hematita Fe₂O₃

Sd = Siderita FeCO₃

Cl = Mineral del grupo de la clorita

Kao = Mineral del grupo de la caolinita

Qz = Cuarzo SiO₂

M = Mineral del grupo de las micas

Pl = Mineral del grupo de las plagioclasas

FK = Mineral del grupo de los feldespatos potásicos

Ja = Jarosita (K, H₃O)Fe₃(SO₄)₂(OH)₆

Ap = Mineral del grupo del apatito Ca₅(PO₄)₃(F, Cl, OH)

Áridos

Las muestras de áridos fueron recolectadas en la localidad de Sierra Grande, en relación con las diversas obras proyectadas en la provincia de Río Negro. Se tomaron un total de tres muestras de diferentes sectores: las muestras CFI-A-001 y CFI-A-002 provienen de frentes de cantera, mientras que la muestra CFI-A-003 corresponde a agregado fino y grueso, obtenido de material previamente procesado y utilizado como material de aporte para la mezcla de hormigón. El objetivo principal del muestreo fue obtener una representación general de los áridos de la localidad, así como evaluar las mejoras en la calidad del material después de su procesamiento, mediante zarandeo y lavado.

A partir de la comparación de los resultados de laboratorio con el reglamento de hormigón CIRSOC 201 (Tabla 9) se pudo determinar que las tres muestras analizadas presentan algunas similitudes, pero también diferencias notables en varios parámetros clave. En cuanto al contenido de conchillas en el agregado fino, todas cumplen con el requisito de mantenerse por debajo del 30%. Además, los materiales reactivos frente al

RAS son los mismos en las tres muestras, identificados como vidrio volcánico y sílice criptocristalina. Asimismo, las densidades relativas en estado seco y saturado son bastante similares en las tres muestras, sin variaciones significativas.

Sin embargo, hay diferencias marcadas en otros aspectos. La granulometría de CFI-A-003 y CFI-A-002 corresponde al rango A, mientras que CFI-A-001 pertenece al rango B. Esto se refleja en su módulo de finura, donde CFI-A-003 tiene un valor de 3.64 y CFI-A-002 de 3.79, ambos por encima del rango aceptable, mientras que CFI-A-001 presenta un valor de 2.21, por debajo del límite recomendado. En cuanto a la suma de sustancias nocivas en el agregado fino, CFI-A-003 presenta el valor más bajo con 1%, seguido de CFI-A-002 con 2.9%, mientras que CFI-A-001 alcanza el 7%, justo en el límite permitido.

El contenido de finos que pasan el tamiz IRAM 75 μm también varía entre las muestras, siendo menor en CFI-A-003 (0.6%) y mayor en CFI-A-001 (4.9%), aunque dentro del límite para ciertos tipos de hormigón. Un punto crítico es la cantidad de sulfatos solubles en el agregado fino: CFI-A-003 se encuentra por encima del límite con 0.80%, pero CFI-A-002 y CFI-A-001 superan ampliamente el máximo permitido de 0.1%, alcanzando 1.15% y 3.50% respectivamente, lo que podría comprometer la durabilidad del hormigón. La absorción de agua muestra diferencias menores, con valores de 2.10% para CFI-A-003, 2.30% para CFI-A-002 y 2.50% para CFI-A-001.

El desgaste "Los Ángeles" en CFI-A-003 es de 17.60%, lo que indica una buena resistencia al desgaste, cumpliendo con los requisitos para hormigones expuestos a abrasión.

Si consideramos que CFI-A-001 y CFI-A-002 fueron muestreados directamente en frente de canteras, es probable que estos materiales no hayan pasado por etapas de lavado o clasificación que suelen eliminar finos, sustancias nocivas o excesos de sulfatos. Esto explica los valores más elevados en parámetros como el contenido de finos y las sales solubles que aparecen en los resultados. En cambio, CFI-A-003, al haberse tomado de un material ya tratado, ha sufrido procesos de lavado, clasificación y eliminación de impurezas, lo que se refleja en una granulometría más ajustada, menor presencia de finos y valores de sulfatos dentro de los límites. Por ello, los resultados de CFI-A-003 cumplen mejor con los requisitos normativos, mostrando una calidad más uniforme y estable para su uso en hormigones.

Tabla 9: comparativa de los resultados obtenidos en laboratorio y límites establecidos por la norma CIRSOC 201.

Reglamento CIRSOC 201 - Comparativa			
Agregado fino	CFI-A-003	CFI-A-002	CFI-A-001
Hormigón resistencia H20 o superiores debe tener un contenido igual o menor del 30% en masa constituidas por conchillas	0%	0%	6.50%
Granulometría dentro de rango A y B	A	A	B
Módulo de finura igual o mayor a 2.3 e igual o menor que 3.1	3.64	3.79	2.21
La suma total de sustancias nocivas debe ser igual o menor a 7%	1%	2.90%	7%
Finos que pasan tamiz IRAM 75 µm, con desgaste superficial máximo 3%, otros hormigones 5%	0.60%	3.30%	4.90%
Materias carbonosas máximo 1%	0.00%	0.00%	0.00%
Sulfatos solubles máximo 0.1% (Expresado como S03)	0.80%	1.15%	3.50%
Otras sales solubles máximo 1.5%	0%	0%	0%
Densidad relativa real	2.58	2.561	2.623
Densidad relativa apartente (en estado seco)	2.448	2.419	2.463
Densidad relativa apartente (en estado saturado superficie seca)	2.5	2.474	2.524
Absorción de agua	2.10%	2.30%	2.50%
Materiales reactivos frente al RAS	Vidrio volcánico y sílice criptocristalina	Vidrio volcánico y sílice criptocristalina	Vidrio volcánico y sílice criptocristalina
Agregado grueso	CFI-A-003		
El contenido en masa de partículas constituidas por conchillas o fragmentos de las mismas, determinadas en el análisis petrográfico según la norma IRAM 1649, debe ser igual o menor que 15 %, 5 % y 2 % en masa , para los agregados con tamaño nominal 13,2 mm, 26,5 mm y 37,5 mm respectivamente.	0%		
La suma de todos los porcentajes de las sustancias nocivas presentes, debe ser igual o menor de 5g/100g.	0.1%		
Finos que pasan tamiz IRAM 75 µm, máximo 1%	0.70%		
Terrones de arcilla y partículas friables, máximo 2%	0.1%		
Chert como impureza, máximo 2%	0.0%		
Materias carbonosas máximo 1%	0.006%		
Otras sustancias perjudiciales, máximo 5%	0.10%		
Sulfatos solubles, máximo 0.075%	0%		
Otras sales solubles, máximo 1.5%	0%		
Materiales reactivos frente al RAS	Vidrio volcánico y sílice criptocristalina		
Desgaste "Los Ángeles" pérdida igual o menor que el 50%; Hormigones expuestos a abrasión igual o menor a 30%	17.60%		
Densidad relativa real	2.592		
Densidad relativa apartente (en estado seco)	2.49		
Densidad relativa apartente (en estado saturado superficie seca)	2.53		
Absorción de agua	1.60%		
Dentro de los límites establecidos			
Levemente por encima de los límites establecidos			
Ampliamente por encima de los límites establecidos			

Halita

El análisis químico de las muestras 20223-02 y 20223-01 indica que ambas están compuestas principalmente por halita (NaCl), lo cual se evidencia en los altos valores de cloro y sodio, que representan aproximadamente entre el 94 % y el 96 % de la masa total. La relación entre estos dos elementos es cercana al valor estequiométrico de la halita pura, confirmando que el mineral predominante es efectivamente sal. Sin embargo, se han detectado otros elementos en menores proporciones, como magnesio, azufre, potasio, calcio, silicio, aluminio, bromo y hierro, lo que sugiere la presencia de minerales evaporíticos secundarios, tales como carnallita, yeso, anhidrita o silvita, además de posibles impurezas silicatadas, como arcillas o cuarzo. Asimismo, estas fases minerales no fueron identificados en los ensayos de Difracción de rayos X.

Al comparar ambas muestras, se observa que 20223-01 presenta mayores concentraciones de magnesio, azufre, potasio y calcio, lo que indica una proporción más

alta de minerales secundarios asociados. También se advierte un leve incremento en los valores de silicio, aluminio y hierro, que sugieren una mayor cantidad de impurezas silicatadas en comparación con la muestra 20223-02. Esta última muestra, aunque contiene los mismos elementos, los presenta en concentraciones algo menores, lo que indica una halita relativamente más pura y con menos minerales acompañantes.

Otro aspecto relevante es la pérdida por calcinación (LOI) a 800 °C, donde la muestra 20223-02 presenta un valor de 2.61 %, mientras que 20223-01 alcanza un 3.85 %. Este parámetro refleja la masa que se pierde al calentar la muestra y está asociado a la presencia de agua de cristalización, materia orgánica o descomposición de algunos minerales. La diferencia entre ambas muestras sugiere que 20223-01 contiene una mayor proporción de minerales hidratados, como yeso o carnallita, o bien una mayor cantidad de compuestos volátiles.

En términos generales, ambas muestras presentan halita como mineral dominante, con variaciones en los contenidos de minerales secundarios y en la proporción de impurezas. La muestra 20223-01 muestra mayores concentraciones de elementos como magnesio, potasio, calcio y silicio, lo que sugiere una mayor presencia de sales evaporíticas acompañantes y de impurezas silicatadas. Además, su mayor pérdida por calcinación refuerza la idea de una composición más rica en compuestos hidratados o volátiles. Por otro lado, la muestra 20223-02 presenta una composición ligeramente más pura, con menor contenido de elementos secundarios y menor pérdida de masa al ser calcinada.

Tabla 10: química de las dos muestras analizadas.

Analito en g/100g	20223-02	20223-01
Cloruro	57.56	56.98
Sodio	38.22	37.42
Magnesio	0.60	0.90
Azufre	0.56	0.73
Potasio	0.22	0.25
Calcio	0.14	0.16
Silicio	0.06	0.10
Aluminio	0.02	0.04
Bromuro	0.02	0.03
Hierro	0.01	0.01
Pérdida por calcinación a 800°C	2.60	3.38

Salmuera

Las dos muestras analizadas, CFI-S-01 y CFI-S-02, evidencian una salinidad extremadamente alta, reflejada tanto en las concentraciones de los iones principales (sodio, cloruro, sulfato, potasio y magnesio) como en los valores de conductividad, que superan con creces los rangos habituales de aguas superficiales o subterráneas de uso común. Ambas presentan contenidos de sodio y cloruros muy elevados, en el orden de cien mil miligramos por litro, lo que indica claramente que se trata de soluciones salinas o salmueras. La elevada conductividad eléctrica, con valores de 242799 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en CFI-S-01 y 233053 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en CFI-S-02, confirma la alta concentración iónica en estas muestras.

Aunque ambas muestras son similares en cuanto a su alta salinidad, se aprecian diferencias específicas en la composición de ciertos elementos. CFI-S-02 presenta mayores concentraciones de potasio, magnesio y sulfatos que CFI-S-01, mientras que esta última exhibe un contenido más elevado de calcio. La concentración de magnesio en CFI-S-02 es de 9821 mg/L, casi el doble que en CFI-S-01, donde alcanza los 5361 mg/L. Del mismo modo, los sulfatos aumentan significativamente en CFI-S-02, pasando de 25091 mg/L en CFI-S-01 a 52324 mg/L. En contraste, el calcio es más alto en CFI-S-01, con 602 mg/L, mientras que en CFI-S-02 se reduce a 343 mg/L, lo que podría estar relacionado con procesos de precipitación mineral.

Asimismo, los valores de litio muestran un incremento en CFI-S-02, con 20 mg/L en comparación con los 12 mg/L de CFI-S-01. El potasio también experimenta un aumento considerable, pasando de 4750 mg/L en CFI-S-01 a 8185 mg/L en CFI-S-02. Estas diferencias en la composición química pueden estar relacionadas con variaciones en la dinámica hidrogeoquímica local, en el grado de evaporación o en la mezcla con otras salmueras más ricas en estos elementos.

Tabla 11: química de las dos muestras analizadas.

Analito	Sodio	Potasio	Calcio	Litio	Magnesio	Cloruros	Sulfatos	Nitratos + Nitritos (N)	Fluoruros	Conductividad (25°C)
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	$\mu\text{S}/\text{cm}$
CFI - S - 01	116634	4750	602	12	5361	184550	25091	< 0,17 (ND)	< 0,048 (ND)	242799
CFI - S - 02	119623	8185	343	20	9821	188508	52324	< 0,17 (ND)	< 0,048 (ND)	233053

Conclusiones y recomendaciones

En conjunto, las muestras reflejan la variabilidad típica de un depósito bentonítico donde influyen factores como el espesor de la capa, la mineralogía acompañante y el grado de pureza esmectítica. Aquellas con mayor hinchamiento y CEC (caso de 20134-04, e incluso 20134-01 y 20134-03 en menor medida) indican una mayor proporción de montmorillonita sódica, resultando más adecuadas para usos que requieran alta dilatación y plasticidad (por ejemplo, fluidos de perforación o barreras impermeables). En contraste, las bentonitas con menor capacidad de expansión (20134-02, 20134-05, 20134-06, 20134-07 y 20134-08) pueden presentar mayor contenido de cuarzo u otros minerales silíceos, lo que reduce la fracción arcillosa activa, pero no necesariamente impide su empleo en aplicaciones como adsorbentes (caso de las muestras orientadas a la retención de micotoxinas) o arenas de moldeo, donde la hinchabilidad extrema no es el factor determinante. La caracterización detallada de estas muestras confirma la necesidad de un análisis integral para definir su mejor aprovechamiento industrial. La variabilidad en las propiedades medidas sugiere que estas bentonitas pueden ser destinadas a distintos usos según su mineralogía y comportamiento físico-químico. La correcta selección del material en función de su aplicación final permitirá optimizar su rendimiento y valor comercial dentro de los distintos sectores industriales, desde la perforación y la fundición hasta la remediación ambiental y la adsorción de contaminantes.

Los resultados obtenidos indican que la muestra CFI-C-001 es un caolín primario con un mayor contenido de caolinita, esmectitas y micas, lo que sugiere una formación residual in situ por meteorización de feldespatos. En cambio, CFI-C-002 y CFI-C-003 son caolines con un alto contenido de cuarzo, probablemente debido a una silicificación sobrepuesta. Las diferencias en propiedades físicas y comportamiento en cocido reflejan sus variaciones mineralógicas. Durante el procesamiento del material para el análisis de la muestra CFI-C-001, se observó la presencia de componentes áridos de tamaño arena y la disgregación del material en agua. Los ensayos realizados confirman que se trata de una mezcla de minerales de naturaleza arcillosa, de baja plasticidad, junto con áridos finos. El ensayo de plasticidad sitúa al material dentro del área de las arcillas micáceas, aunque esto no implica que la muestra corresponda exclusivamente a esa categoría, sino que sus propiedades se ajustan a ese patrón. Los resultados obtenidos en el resto de los ensayos permiten interpretarla como una mezcla de caolín y áridos finos, donde la presencia de estos áridos y la baja plasticidad de los materiales caoliníticos podrían ser responsables del agrietamiento durante la cocción. Asimismo, la coloración grisácea del material cocido por encima de los 1200°C puede estar relacionada con la presencia de óxidos de hierro y titanio. Si bien la identificación mineralógica mediante DRX confirma la presencia de micas y esmectitas, el análisis térmico simultáneo destaca la presencia de un caolín con bajo grado de cristalinidad. Con base en estos resultados, se infiere que esta muestra es potencialmente apta para aplicaciones industriales.

El análisis de las muestras de diatomea evidencia variaciones significativas en su composición química, propiedades físicas y calidad general, lo que sugiere diferencias en la formación y grado de pureza del material en distintas zonas del depósito. Se observa que las muestras identificadas como de mayor calidad por su capacidad de absorción en aceite, como la 20136-06, presentan valores de SiO₂ mayores y menor contenido de impurezas como MnO, Fe₂O₃, Al₂O₃, entre otros, lo que indica una mayor

pureza silíceas en su composición. Además, su densidad aparente es relativamente baja (0.67 g/cm^3), lo que sugiere una estructura más porosa y ligera, características favorables para aplicaciones industriales.

Las observaciones de campo comparadas con los resultados obtenidos en laboratorio indicaron que las impurezas presentes como óxidos de manganeso y ópalo, como así también la mayor presencia ceniza volcánica, disminuye la calidad en el material. Por otro lado, se pudo determinar que la textura lajeada y la baja consolidación del material en ausencia de impurezas también disminuye considerablemente la calidad como lo observado en la muestra CFI-D-012.

Estudios recientes han determinado el uso de diatomeas para la absorción de oro metálico en el proceso de Merrill Crowe (Rosario Canahuire P, et al, 2021) identificando las variables principales de porcentaje de absorción como velocidad de agitación, pH y tiempo. Asimismo, otros autores han evaluado y mejorado el proceso Merrill Crowe usando tierras de diatomeas de menor densidad. Los resultados obtenidos indican que el uso de diatomeas menos densas aumenta la recuperación de Oro de un 96% a un 99%, como así también una reducción del consumo total en un 87.61%.

Analizando los resultados obtenidos, se recomienda enfatizar estudios referidos a la identificación de diatomeas para su uso en la absorción de oro en el proceso de Merrill Crowe y su inclusión en el mercado en pos del desarrollo minero metalífero de la provincia de Río Negro. Así también, el grado de pureza observado en la muestra CFI-D-008 alienta a la exploración y extracción de material en este sector.

Los análisis indican que el yeso extraído de los yacimientos al noreste de Allen y sector muestreado en perimetral del Lago Pellegrini presenta una alta pureza en general, con valores superiores al 90% según la norma ASTM-C471M:2001. La ausencia de anhidrita confirma que el sulfato de calcio está completamente hidratado, lo que es una característica favorable para diversas aplicaciones industriales.

Las diferencias en la pureza entre las muestras se deben principalmente a la presencia variable de carbonato de calcio. En particular, las muestras CFI-Y-004 y CFI-Y-002 presentan un contenido de carbonatos más alto (hasta un 8% en peso en CFI-Y-004), lo que reduce su pureza relativa. En contraste, la muestra CFI-Y-006, obtenida del Miembro Superior de la Formación Allen, se destaca como la de mayor calidad, con una pureza del 98,8% (99,24% según análisis térmicos), lo que la hace especialmente apta para aplicaciones de alta exigencia.

En conclusión, además de los usos en los cuales actualmente se comercializa el yeso natural (placas, construcción y aplicación agrícola), las calidades determinadas de pureza evidencian la posibilidad de utilizar el mineral en productos de mayor exigencia como lo es la farmacéutica y de alimentos. Se recomienda ampliar la caracterización de los yacimientos según especificaciones técnicas para este mercado, como una pureza del 97% y niveles límites de impureza de metales como As, Se, F, Metales pesados, Fe y Pb.

Los resultados de laboratorio confirmaron la presencia de óxido de bario, lo que indica la existencia de baritina de origen hidrotermal en la zona. Dada esta evidencia, se recomienda llevar a cabo tareas de exploración detalladas en el sector, con el objetivo de realizar un muestreo sistemático y análisis geoquímicos que permitan caracterizar la mineralización en profundidad. Además, es fundamental realizar una cuantificación del

potencial recurso para evaluar su viabilidad económica y definir posibles estrategias de aprovechamiento.

La mayoría de las fosforitas fueron depositadas en aguas relativamente someras en márgenes continentales, convergentes, pasivos, con o sin corrientes ascendentes (upwelling) o bien en mares epicontinentales (Glenn et al, 1994). Las fosforitas aparecen frecuentemente como cuerpos estratificados formando horizontes condensados Glenn et al. (1994) considerando que la geometría y la estructura interna de los cuerpos son el producto final de la precipitación sindeposicional o diagenética temprana de minerales fosfáticos y en algunos casos un subsecuente retrabajo mecánico. El estudio de elementos trazas tiene suma importancia, desde el punto de vista de evaluar su economicidad como subproductos (U y Tierras Raras) en la explotación de fosfatos (Jarvis et al. 1994)

El elevado contenido de fósforo de la mena de hierro llevó a considerar la obtención de ese elemento como subproducto concretándose por tal motivo, la instalación de una planta experimental que funcionó desde 1988 para ensayar su producción. Así se logró un concentrado con 16% de fósforo a partir de los residuos de la concentración de hierro (Dique de cola), (Zanettini, 2008). La existencia de esa planta experimental dio pie a que, con la misma finalidad, la Dirección General de Fabricaciones Militares financiara el estudio de tierras raras (lantánidos) e itrio en los horizontes ferríferos, teniendo en cuenta que suelen estar presentes en los minerales de fósforo. La investigación confirmó la presencia de esos elementos en los horizontes e indicó su contenido en el concentrado de fósforo a razón de 2,182 kilogramos por tonelada de óxidos de lantánidos + itrio. Estos elementos son también importantes por sus diversos usos industriales (Zanettini, 1993).

Desde un punto de vista metalúrgico y de valorización, la acumulación de fósforo en el Dique de Cola, con un contenido de 4.16% de P_2O_5 , sugiere la posibilidad de evaluar la recuperación de fosfato como subproducto, especialmente para su potencial uso en fertilizantes, siempre que el volumen de colas y la concentración lo justifiquen. Debido a los porcentajes de concentración de pentóxido de fósforo se define a la roca como ligeramente fosfática (Jarvis et al., 1994) y no como fosforita las cuales exceden el 18% de este óxido. Si se considera la recuperación del fosfato como subproducto, se recomienda explorar las colas como una posible fuente de apatito, lantánidos e itrio, lo que abriría nuevas oportunidades de aprovechamiento de este material considerado como releve minero.

Las muestras de áridos recolectadas en la localidad de Sierra Grande presentan tanto similitudes como diferencias en varios parámetros clave que determinan su calidad y aptitud para ser utilizados en la mezcla de hormigón. Las muestras tomadas directamente del frente de cantera (CFI-A-001 y CFI-A-002) tienen ciertas deficiencias en cuanto a la granulometría, el contenido de finos, y el exceso de sulfatos solubles, lo cual podría comprometer la durabilidad del hormigón a largo plazo. En particular. La muestra CFI-A-003, proveniente de material previamente procesado y sometido a zarandeo y lavado, cumple mejor con los requisitos establecidos en el reglamento de hormigón CIRSOC 201, particularmente en cuanto a sulfatos solubles y el contenido de finos. Esta muestra presenta una granulometría y módulo de finura más adecuados (aunque sigue por encima del límite aceptable) y baja presencia de sustancias nocivas en comparación con las muestras de cantera. El procesamiento adicional de lavado y clasificación, como se observa en CFI-A-003, parece ser un paso clave para mejorar la calidad de los áridos, eliminando excesos de finos, sustancias nocivas y sulfatos

solubles. El tratamiento adecuado de las muestras de cantera ayudará a mejorar su rendimiento y durabilidad a largo plazo, asegurando que el material cumpla con los estándares exigidos para aplicaciones más exigentes.

Los elementos potenciales de reacción frente al RAS (Reacción Álcali-Sílice) son aquellos que, en presencia de álcalis (principalmente hidróxido de sodio, NaOH, o potasio, KOH), pueden reaccionar con los silicatos presentes en los áridos, formando geles expansivos que afectan la durabilidad y resistencia del hormigón. En función de los análisis previos, todas las muestras tanto de frente de cantera y las procesadas, presentaron ciertos materiales reactivos frente al RAS, destacándose el vidrio volcánico y la sílice criptocristalina. Estos materiales son conocidos por su capacidad para reaccionar con álcalis liberados por el cemento en la mezcla de hormigón, sobre todo en condiciones de alta humedad, lo que puede resultar en la expansión del material y la creación de fisuras que degradan la calidad estructural del hormigón a largo plazo.

Para mitigar el riesgo de RAS, se sugiere la utilización de cementos con bajo contenido de álcalis (inferior a 0.60% - ASTM C150) o cementos con adiciones puzolánicas, cenizas volantes o escoria de alto horno que ayuden a reducir la concentración efectiva de álcalis en la mezcla. De esta manera, se disminuye la probabilidad de que los silicatos reactivos presentes en los áridos desencadenen la formación de geles expansivos, contribuyendo a mejorar la durabilidad y la estabilidad del hormigón a largo plazo.

Los depósitos de litio en salmuera son acumulaciones de aguas subterráneas salinas enriquecidas en litio disuelto, con concentraciones superiores a 100 mg/L (Bradley et al., 2013). La evaluación de estos recursos requiere un conocimiento detallado de la geometría del acuífero, su porosidad (total y efectiva) y la concentración de litio en la salmuera (Houston et al., 2011). Estudios internacionales sobre salmueras ricas en litio han revelado concentraciones variables que van desde 10 hasta 7000 mg/L (Munk et al., 2016).

En la región de la Puna, aproximadamente el 70% de los recursos de litio identificados se encuentran en salmueras alojadas en acuíferos clásticos, mientras que el 30% restante se localiza en cuerpos de sal (Gonzálvez et al, 2021). A diferencia de otros minerales, la explotación del litio y potasio no implica la extracción de roca, sino de un fluido (salmuera) que los contiene, lo que requiere perforaciones profundas para alcanzar los acuíferos con alta salinidad y densidad.

La calidad de estos depósitos está determinada por la concentración de distintos elementos como potasio, sodio, calcio, magnesio, boro y bromo, entre otros. En este contexto, la concentración de litio varía entre 0,02% y 0,2%, y la presencia de magnesio es un factor clave, ya que en salmueras con una alta relación magnesio/litio no existe actualmente una tecnología eficiente para la recuperación del litio.

Desde un punto de vista hidrogeológico, las salmueras densas generadas por evaporación se hunden en el área central del salar, formando parte de celdas de convección. Estas celdas tienen ramales ascendentes que transportan la salmuera hacia los márgenes del salar, donde entra en contacto con aguas subterráneas dulces provenientes de la recarga en las márgenes de la cuenca. Este proceso natural genera un aumento progresivo en la concentración de litio desde los bordes del salar hacia su zona central (Houston et al., 2011).

En la Cuenca Cauchari-Olaroz se han registrado concentraciones promedio de 590 mg/L de litio y 4545 mg/L de potasio, sin presencia de boro. En Pastos Grandes, los valores

fueron de 500 mg/L de litio, 5500 mg/L de potasio y 700 mg/L de boro. Por otro lado, estudios realizados en la provincia de La Pampa han identificado concentraciones de litio en salmuera similares a las de este trabajo, con valores entre 24 y 37 mg/L en La Amarga, y entre 14 y 18 mg/L en San Máximo. Estos hallazgos han incentivado estudios adicionales para investigar la posible existencia de acuíferos profundos con contenido comercial de litio en estas salinas.

El Gran Bajo del Gualicho es una depresión de drenaje centrípeto con una superficie aproximada de 3500 km². Su fondo está cubierto por salinas y salitrales que abarcan unos 285 km². Geológicamente, los alrededores del bajo presentan afloramientos de rocas con potencial para aportar elementos de interés económico a las aguas subterráneas del sector, donde estas podrían concentrarse en el centro de la salina. Entre estas formaciones destacan el Complejo Plutónico Pailemán, ubicado al sudoeste de la Salina del Gualicho, compuesto por granitos y pórfidos graníticos, y el Complejo Volcánico Marifil, que presenta dos facies: una extrusiva de mayor extensión areal, constituida por ignimbritas y tobas altamente alteradas, cuyo espesor no ha sido determinado debido a su cobertura por ignimbritas.

Teniendo en cuenta toda la información recopilada y considerando que las dos muestras de salmuera analizadas en este estudio fueron obtenidas de manera puntual y a escasa profundidad (menos de un metro), se han registrado concentraciones de 4750 y 8185 mg/L de potasio, 5361 y 9821 mg/L de magnesio, y 12 y 20 mg/L de litio. Estas variaciones dentro de la cuenca indican la necesidad de realizar estudios hidrogeológicos más detallados para analizar la distribución en profundidad de las concentraciones de litio y otros elementos como potasio, magnesio, sodio y boro en distintas áreas del Gran Bajo del Gualicho. Además, se recomienda ampliar la exploración hacia otras cuencas endorreicas con salinas y salitrales a nivel provincial, priorizando aquellas con similitudes geológicas con la zona estudiada.

Parte 2: Situación económica actual y potencial de la minería industrial y de aplicación en la provincia de Río Negro

Dimensionamiento económico y perspectivas de negocios

Introducción

Esta sección se realiza en el marco de una serie de estudios sobre la potencialidad del sector minero en general y su contribución a la economía de la provincia de Río Negro a partir de la puesta en marcha de los proyectos mineros en cartera y puesta en valor de los recursos de la minería con que dispone la provincia. Dada la dimensión y relevancia de dicho potencial que podría contribuir en la economía provincial, en un trabajo previo se focalizó en los minerales metalíferos. Sin embargo, surge también que de los últimos datos disponibles, el valor agregado minero en la actualidad y desde varios años, corresponde al aporte de los segmentos denominados no metalíferos o minerales industriales y rocas de aplicación, siendo que la única mina metalífera en funcionamiento correspondía a la explotación de hierro Sierra Grande, dejó de operar en el año 2016.

De esta situación, surge la necesidad de focalizarse en el segmento de minerales industriales y rocas de aplicación, de manera tal de proporcionar una comprensión más detallada respecto al desempeño de los últimos años y de la situación actual, los desafíos a sortear y las oportunidades de mejora en la gestión estratégica sectorial hacia la búsqueda de la expansión de las fronteras actuales de la producción, como de su potencial en las políticas públicas.

En ese marco, se buscó reflejar el dimensionamiento económico actual de estos segmentos en la economía provincial, el desempeño de los principales minerales industriales y rocas de aplicación de los últimos años, los encadenamientos productivos hacia atrás y adelante, de manera tal de identificar la realidad vigente. Asimismo, se puso en relieve el valor agregado de estos segmentos que surge a partir del proceso de elaboración, como el aporte económico a la economía general y en las cuentas públicas¹, como también el valor boca mina.

Por último, se pretenderá explorar sobre usos y aplicaciones actuales y alternativas de cada segmento con la finalidad de identificar oportunidades de negocio y evaluar la potencialidad de crecimiento de estos minerales.

La sección se estructura inicialmente con una reseña histórica de la minería no metalífera en Río Negro, donde se mencionan lo que se consideran los principales hitos en el desarrollo de la actividad, luego se analiza el desempeño productivo en el mediano plazo y su estructura actual, la evolución de las exportaciones y del empleo minero. Posteriormente, se realizan un dimensionamiento del sector a través de su valor bruto de producción, valor agregado y valor boca mina. Luego, una descripción del proceso productivo por segmento y de los principales minerales de explotación con el objeto de identificar la cadena de valor, y por último, se analizan las oportunidades de negocios y de mejoras para cada mineral. Asimismo, este documento cuenta con anexos donde se analiza el desempeño productivo de los principales minerales de la provincia, y la evolución y estructura del empleo minero en la provincia de Río Negro.

¹ En esta primera entrega se toma como referencia el último dato de PBG publicado en forma abierta por la provincia. Para una segunda entrega se completará con una actualización al año 2023 de esa variable, y de los valores de la producción minero, siendo que tanto el PBG como los valores de comercialización de los minerales son variables aún en proceso de elaboración por parte de la Dirección de Estadística de la Provincia.

En cuanto a las fuentes de información se contó con fuentes primarias tanto cuantitativas como cualitativas. Lo primero a través de la Secretaría de Minería de la Provincia, quien facilitó a los fines del trabajo, un resumen de datos estadísticos derivado de las declaraciones juradas sobre producción y comercialización de minerales de los productores; también a través de la Cámara de Minería de la Provincia de Río Negro, quien facilitó la recopilación de balances contables y encuestas de costos a los productores para la estimación del valor boca mina por mineral. En segundo lugar, respecto al relevamiento de información cualitativa, además de las encuestas, se realizaron visitas a yacimientos y plantas para diferentes segmentos en donde se realizaron entrevistas presenciales y un recorrido a los fines de relevar los procesos y cadenas productivas. Asimismo, se realizaron entrevistas virtuales, tanto a productores como a funcionarios de la Secretaría de Minería.

Reseña sobre la historia de la Minería No Metalífera en la provincia de Río Negro

La historia de la minería no metalífera en la provincia de Río Negro comienza formalmente en 1891 con las primeras denuncias mineras vinculadas a la explotación de sal en el departamento de San Antonio. La sal, básica para la industria alimentaria y de otros usos industriales, fue uno de los primeros recursos en explotarse a gran escala en la provincia. A pesar de que su producción nunca logró una regularidad y un impacto económico considerable, la minería de sal será una de las actividades iniciadoras de la actividad minera en la provincia.

En el año 1900 se recibieron solicitudes para la explotación de carbón de piedra en el departamento de Bariloche, específicamente en el distrito Chinceñén. A pesar de que este proyecto no se realizó a gran escala, fue un ejemplo del temprano interés en diversificar la minería en Río Negro. En las siguientes décadas, la minería en la provincia siguió un crecimiento modesto, en parte porque faltaban capitales e infraestructura necesarios para desarrollar proyectos mineros a gran escala.

Recién en el año 1940, el impulso de la minería no metalífera vino con el estallido de la Segunda Guerra Mundial. La necesidad de sustituir importaciones, estimulando así la producción local de minerales esenciales para la industria, creó incentivos para empezar a extraer muchos recursos en la jurisdicción. Fue en esa época que el caolín, la diatomita, y la fluorita empezaron a ser explotados.

De hecho, en esa época se comenzó a extraer caolín en las localidades de Los Menucos y Aguada de Guerra. El mismo es un insumo fundamental para la industria cerámica y se utiliza en la fabricación de artefactos sanitarios. Debido a su blancura y baja abrasividad, el caolín es ideal en la fabricación de azulejos y accesorios de alta calidad. Así, la venta del mineral posibilitó el desarrollo de una incipiente industria local e impulsó empleo rural, integrando a Río Negro en la cadena de valor de la industria cerámica a nivel nacional.

Por otro lado, en Ingeniero Jacobacci, departamento 25 de Mayo, se comenzaron a explotar los yacimientos de diatomita, un mineral utilizado como material filtrante y decolorante en la industria alimentaria. La importancia de este recurso para la economía provincial era significativa, no solo porque su producción cubría la demanda local, sino

también por su exportación a los mercados internacionales. Fue una producción de alto consumo en las industrias vitivinícola y aceitera: las fábricas necesitaban un material filtrante con alta capacidad para los procesos de elaboración.

Asimismo, durante los años '50 comenzó a desarrollarse la explotación de la bentonita en la región. Este mineral, cuyas canteras estaban a las puertas del Lago Pellegrini, en el departamento General Roca, fue usado principalmente en los lodos de perforación de pozos de petróleo. En efecto, la industria petrolera en ascenso en Argentina demandaba grandes cantidades de bentonita para estabilizar las paredes de los pozos durante la perforación, lo que justificaba el atractivo de los yacimientos cercanos y la producción del recurso. Así, Río Negro se afianzó como un proveedor estratégico para la industria petrolera, principalmente radicada en el Alto Valle.

Por otro lado, el yeso fue uno de los minerales no metalíferos más explotados en Río Negro. Las primeras explotaciones importantes comenzaron a realizarse a principios del siglo XX por parte de la empresa Corral y Cía, cerca de General Roca. En la década del '50, las canteras ubicadas en Allen abastecían las cementeras de Olavarría y, con ello, Río Negro se posicionaba como un proveedor importante de yeso para la industria de la construcción. El material era utilizado mayormente en la obtención de placas de yeso y otros materiales de construcción, lo que contribuyó a la expansión de la minería no metalífera.

Un recurso clave en el desarrollo de la minería no metalífera en Río Negro fue la fluorita, cuya explotación comenzó en Los Menucos y Valcheta en la década de 1950. Sin embargo, fue en los años '60 cuando la producción alcanzó su auge, con el descubrimiento de importantes yacimientos en Sierra Grande, en el departamento de San Antonio. La empresa Sierra Grande S.A.M.I.C. fue la encargada de desarrollar estos yacimientos, que convirtieron a Río Negro en el principal productor de fluorita en Argentina. Este mineral fue utilizado principalmente en la industria siderúrgica, aunque también tuvo aplicaciones en la industria química y en la fabricación de vidrio. La demanda de fluorita aumentó a nivel internacional, especialmente debido al crecimiento de la industria del aluminio y del refinamiento de petróleo, lo que impulsó aún más la producción en Río Negro.

Por otro lado, la caliza se destaca de la explotación de rocas de aplicación en Río Negro, la cual se inició en la década del '30 en la cantera Aguada Cecilio, en el departamento Valcheta, por la familia Cechi. A su vez, en los años '60, ellos instalaron un molino Raimond con el que molían la caliza para venderla a distintas industrias en Buenos Aires. Si bien se intentó darle valor agregado con un horno rotativo que producía cal hidratada, la idea no prosperó. Esta situación reflejaba cómo las empresas locales no podían insertarse exitosamente en mercados más amplios.

Otra roca de aplicación que comenzó a ser explotada antes de los registros oficiales en Río Negro fue la piedra laja. Las canteras Petroff y Fructuoso Castrillo en Los Menucos crearon antecedentes en cuanto a la producción de este recurso, que es ampliamente utilizado como revestimiento y piso en la industria de la construcción. La instalación de plantas de aserrado en la década del 60 permitió incrementar la elaboración de piedra laja para atender la demanda del mercado nacional. La empresa Minera Cerro Blanco se consolidó como una de las principales productoras de piedra laja en el país, lo que posicionó a Río Negro como una de las jurisdicciones insignia a nivel nacional.

Por su parte, la sal común (cloruro de sodio), era extraída de la salina El Gualicho, con una importancia intermitente en la economía de la provincia. El proceso productivo era

activado únicamente cuando las salinas de la región oeste de Buenos Aires y La Pampa estaban inactivas por las inundaciones. Pese a ello, la sal continuó siendo un recurso de importancia en la región.

Para concluir, la minería no metalífera y las rocas de aplicación en Río Negro se desarrollaron como un sector fundamental de la economía provincial durante el siglo XX. Los recursos explotados más comunes fueron la bentonita, el caolín, el yeso, la diatomita, la fluorita, la piedra caliza y la laja. Ello generó empleo, desarrollo local y posibilitó que Río Negro se erija como uno de los principales productores de minerales industriales, contribuyendo así al desarrollo de la industria cerámica, construcción y alimentaria, entre otras.

En la actualidad, a partir del año 2017 se da un nuevo hito en el desarrollo minero de la provincia cuando estudios de laboratorio detectan arena silíceas con potencial para ser utilizada en la industria petrolera como agente de sostén, que por su cercanía al centro de consumo en la provincia de Neuquén, posee ventajas comparativas respecto a la importación y a la producida en la provincia de Entre Ríos debido a la elevada incidencia que representan los costos de transporte en esa explotación. Este descubrimiento generó un salto productivo en la provincia a partir del impulso del desarrollo no convencional de la provincia vecina de Neuquén.

A fines del año 2019 y durante el 2020, se realizaron los estudios de laboratorio más relevantes que determinaron su viabilidad en la utilización para la industria petrolera, siendo que en 2021 y 2022, la provincia atravesó un boom de pedidos de canteras de este tipo de explotación, y su explosión productiva se da en 2023.

Dimensiones económicas de la minería en la estructura económica provincial

La economía de la provincia de Río Negro medida a través de su Producto Bruto Geográfico (PBG) representa entre el 1,1% y 1,5% del país y 14,5% de la Patagonia, esto de acuerdo a los últimos datos disponibles (INDEC), mientras que el peso del sector minero de la provincia representaba el 1%, de acuerdo a los datos del INDEC². Su economía está impulsada por los servicios y el turismo, siendo San Carlos de Bariloche el segundo destino turístico del país. Además, cuenta con una cadena productiva frutihortícola e industria de bebidas, liderando la producción de peras y manzanas; con una cadena petrolera, y ostenta el primer stock ovino del país. Aunque, se registran indicadores negativos en la última década en varias de sus principales cadenas productivas, como el descenso de la superficie cultivada en un 25% de peras y manzanas; una caída del 45% y 13% en la producción petrolera y gasífera respectivamente; y la caída del 50% del stock de ganado ovino en el decenio pasado.

A pesar de un desarrollo regional consolidado, la provincia enfrenta estancamiento económico y baja generación de empleo en los últimos siete años, a lo que se agrega un fuerte componente de estacionalidad en el principal sector generador de empleo privado (turismo y frutihortícola). La minería, aunque llegó a tener, de acuerdo a las

² Esta incidencia se encuentra en revisión en este trabajo, siendo que los datos de INDEC corresponde al año 2004 en el que estuvo en funcionamiento la mina Sierra Grande.

últimas mediciones, escaso peso relativo (entre 0,5% y 1% del PBG dependiendo del año, siendo el último año medido el año 2021 cuando alcanza el 0,5%), se atribuye una de las principales productoras de minerales no metalíferos, entre los cuales se destaca como principal productor de bentonita, diatomita, yeso, sal común, y piedra laja entre las rocas de aplicación, siendo actualmente la bentonita una de las de mayor desarrollo a partir de su aplicación en la industria petrolera.

No obstante, es posible que la mencionada incidencia de la minería sobre el PBG provincial no esté reflejando la realidad actual. Esto, en función a la reciente explosión que tuvo el desarrollo de arenas silíceas por su aplicación como agente de sostén en las etapas de fractura para la extracción de petróleo y gas no convencional en la provincia de Neuquén. Recordemos que en un principio se utilizaban arenas cerámicas importadas, con lo cual se incrementaba el costo de desarrollo no convencional. A medida que avanzó el desarrollo de la explotación petrolera no convencional en Neuquén, las operadoras buscaron la reducción de costos con lo cual se encontró sustitución en la arena de fractura de origen en la provincia de Entre Ríos. Pero durante el año 2017 se detecta la presencia de arenas silíceas en la provincia de Río Negro, y desde el año 2022, comienza el denominado boom de pedidos de canteras y de la producción, y como se verá más adelante, da un salto discreto de la producción en 2023 que cambia la estructura productiva minera de la provincia, donde pasa a representar el principal valor agregado minero.

Estimación de las variables económicas de minerales industriales y rocas de aplicación

Determinación del valor bruto de producción, valor agregado bruto y valor boca mina, para el año 2023, a precios corrientes y precios constantes.

Para la estimación del valor agregado bruto sectorial de la provincia de Río Negro se toma en cuenta la metodología establecida en el Sistema de Cuentas Nacionales 2008 el cual es un marco estadístico bajo los auspicios de las Naciones Unidas, la Comisión Europea, la OCDE, FMI y Banco Mundial, que proporciona un conjunto completo, coherente y flexible de cuentas macroeconómicas a partir de las cuales son elaboradas las cuentas de PBI de los países como las de Producto Bruto Geográfico Provincial, de manera tal de poder comparar una vez conocido este último para la provincia de Río Negro.

Hay que tener en cuenta que el año base para los cálculos de PBG provinciales en Argentina utilizado es el año 2004, el cual puede resultar ciertamente alejado de las características actuales de oferta y usos del sector minero, considerando la dinámica constante de aplicaciones y formas de producción sectoriales de los últimos años. De acuerdo con la definición de Cuentas Nacionales, el año base es aquel en el cual se realiza una investigación detallada y exhaustiva de la economía en las distintas ramas

de actividad económica, a los fines de identificar y describir la estructura económica actual³.

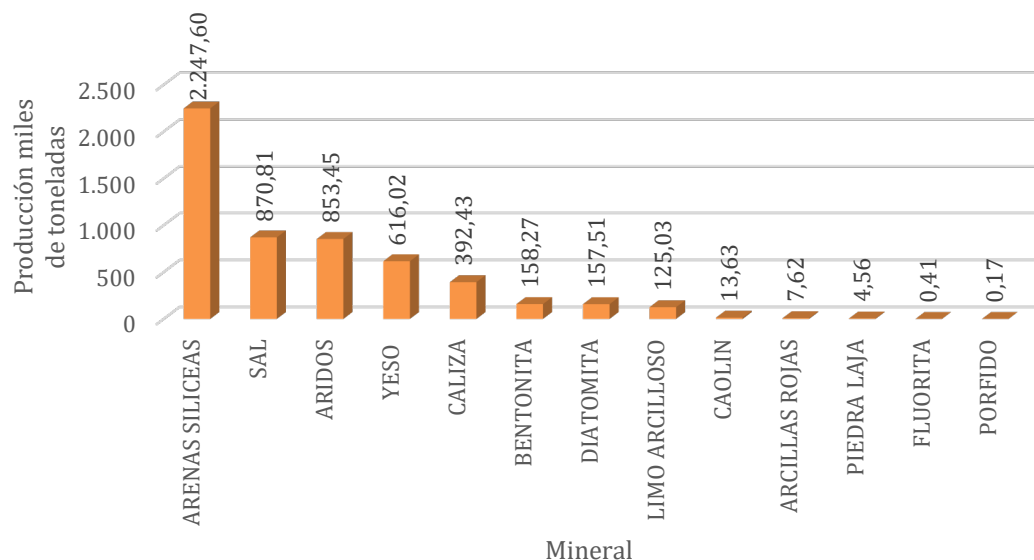
Este trabajo no pretende realizar un cambio de año base para el PBG rionegrino, ya que requeriría realizarlo para el conjunto de actividades económicas de la provincia de Río Negro, con lo cual se requeriría información censal teniendo en cuenta la lejanía del año base. Sin embargo, con el objetivo de dimensionar la relevancia del sector minero dentro de la economía jurisdiccional y calcular el valor agregado bruto sectorial en forma actualizada y representativa de la realidad se requirió del relevamiento de las unidades productivas en cuanto a información de producción, y de costos, como también en cuanto a procesos productivos. Esto, considerando la metodología de la cuenta de producción para la determinación del PBI de una economía recomendada por el Sistema de Cuentas Nacionales⁴. En ese sentido, la cuenta de producción para el total de una economía es la agregación de las cuentas de producción de cada unidad de producción, o de cada sector de actividad económica. La producción es una actividad realizada bajo la responsabilidad, el control y la gestión de una unidad institucional, en la que se utilizan insumos de mano de obra, capital y bienes y servicios para obtener otros bienes y servicios. Una vez obtenida la producción, esta debe ser valorizada para obtener el valor bruto de la producción y luego, calculado el valor agregado bruto. Este se define como el valor de la producción menos el valor del consumo intermedio. En cuanto al valor agregado neto, se descuenta el consumo de capital fijo, información que escapa a los alcances de este trabajo, por lo cual se limita a la obtención de valor agregado bruto, el cual pretende medir el valor adicional generado por un proceso de producción a partir del uso de insumos, y la contribución del trabajo y del capital.

De dicho marco es elaborada la estadística de producción minera para el año 2023 a partir de la información obtenida de declaraciones juradas de los establecimientos productivos para dicho año presentadas a la Secretaría de Minería, y la Dirección de Estadísticas de la provincia de Río Negro. De dichas declaraciones se pudo determinar el total producido de unos 13 minerales que se detallan en el gráfico siguiente.

³ Cuentas Nacionales: Metodología de Estimación. Base 2004 y serie a precios constantes y corrientes. INDEC. 2016

⁴ Sistema de Cuentas Nacionales 2008. CEPAL. 2016

PRODUCCIÓN BRUTA POR MINERAL DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO – AÑO 2023



Fuente: elaboración en base a datos de Secretaría de Minería de Río Negro

Una vez obtenida la producción de cada mineral y así la del total del sector minero de la provincia, se requirió realizar una valoración de la misma para el año calendario bajo análisis 2023. Hay que tener en cuenta que dichas valoraciones son realizadas por parte de los productores en la ejecución de sus ventas, las cuales varían dependiendo de una multiplicidad de factores como el mes calendario en la cual se realizó, los diferentes usos del producto, la forma de comercialización, el destino de la venta, los mercados, entre otras cuestiones. En ese sentido, se trató de obtener un precio representativo de las transacciones anuales para lo cual se obtuvo un precio promedio anual, por lo que se solicitaron las ventas netas de impuestos y el volumen de comercialización para el total anual. En el caso de algunos productores no pudo obtenerse el total de ventas sea mediante el balance contable, o declaración de ventas totales, aunque se obtuvo un precio declarado de comercialización ante la Secretaría de Minería de la provincia. Luego, se realizó una consulta a las bases de datos de exportaciones de los minerales involucrados, de donde se obtuvo el precio promedio de exportación para cada mineral con origen en la provincia de Río Negro. Una vez calculados esos valores, se realiza un promedio ponderado por destino de ventas tanto al mercado interno como externo, y para el total comercializado. Hay que considerar que los valores de las declaraciones juradas fueron tenidos en cuenta para las transacciones con destino al mercado local, ya que para las del mercado externo fueron utilizados los datos de comercio exterior de Aduana, siendo estos de mayor precisión respecto al declarado por productores.

Otro punto a considerar es que, si bien el Sistema de Cuentas Nacionales sugiere para la valoración de los bienes producidos para la venta en el mercado el método a precios básicos - esto es neto de IVA y de otros impuestos a la producción-, para este trabajo no fue posible llegar a la deducción de estos últimos, por lo que las valoraciones se realizan a precios de productor, el cual se deduce el IVA a los precios de mercado.

A continuación, se muestran los resultados en cuanto a las valoraciones. Es pertinente aclarar que las toneladas comercializadas obtenidas de las declaraciones juradas

recibidas por parte de los productores pueden variar respecto a las consideradas en el total de la ponderación. Esto, debido a que no en todas las declaraciones de volumen comercializado, fue hecha una valoración de dicha comercialización por parte del productor. Esto es por distintas razones, entre las que se destaca el uso propio de la producción minera para la elaboración de otro producto. Este es el caso de las arenas silíceas en donde uno de los productores más relevantes utiliza este mineral como insumo propio para su producción petrolera. En ese caso, considerar un valor nulo generaría una importante distorsión, por lo cual fue asignado el precio promedio de la producción valorizada representativo del mercado, para el cálculo del VBP de ese mineral. Aunque existen otros casos en los que no se tomaron en cuenta las valoraciones por presentar alguna inconsistencia, por lo cual las toneladas comercializadas consideradas para la valorización resultan inferiores al total de las declaraciones juradas.

Esto va en línea con la recomendación del Sistema de Cuentas Nacionales que establece que los bienes y servicios para uso final propio deben valorizarse a precios medios básicos de los mismos productos y servicios vendidos al mercado, siempre que se vendan cantidades suficientes para hacer estimaciones de precios medios. En este caso, se valorizan a precios de productor de la misma manera que el resto de los minerales.

Resultados de estimaciones de variables económicas

DETERMINACIÓN DE VALORES POR TONELADA POR MINERAL EN \$ Y DÓLARES ESTADOUNIDENSES CORRIENTES A PARTIR DE LA COMERCIALIZACIÓN

MINERAL: BENTONITA

Fuente/destino	Toneladas comercializadas	Monto \$	\$/tn	USD/tn
<-- Total DDJJ -->	78.335	3.586.717.302	45.787	155,1
<-- Mercado local -->	53.736	2.349.613.650	43.725	148,1
<-- Exportaciones -->	64.268	3.199.751.376	49.787	168,6
<-- Total considerado -->	118.004	5.549.365.026	47.027	159,3

Fuente: Elaboración propia en base a declaraciones juradas de productores de Secretaría de Minería de Río Negro, Aduana.

MINERAL: ARENAS SILÍCEAS

Fuente/destino	Toneladas comercializadas	Monto \$	\$/tn	USD/tn
<-- Total DDJJ -->	2.161.718	50.285.333.476	23.262	78,80
<-- Mercado local -->	2.160.466	50.114.878.684	23.196	78,58
<-- Exportaciones -->	-	-	-	-
<-- Total considerado-->	2.160.466	50.114.878.684	23.196	78,58

Fuente: Ídem.

MINERAL: DIATOMITA

Fuente/destino	Toneladas comercializadas	Monto \$	\$/tn	USD/tn
Total DDJJ -->	104.788	5.954.981.310	56.829	192,50
Mercado local -->	97.175	4.292.933.847	44.177	149,64
Exportaciones -->	5.591	299.425.794	53.552	181,40
Total considerado-->	102.766	4.592.359.641	44.687	151,37

Fuente: Ídem.

MINERAL: HALITA

Fuente/destino	Toneladas comercializadas	Monto \$	\$/tn	USD/tn
Total DDJJ -->	173.817	2.410.860.701	13.870	46,98
Mercado local -->	173.817	2.410.860.701	13.870	46,98
Exportaciones -->	21	2.774.263	132.716	449,56
Total considerado -->	173.838	2.413.634.964	13.884	47,03

Fuente: Ídem.

MINERAL: YESO

Fuente/destino	Toneladas comercializadas	Monto \$	\$/tn	USD/tn
Total DDJJ -->	635.942	7.446.687.817	11.710	39,67
Mercado local -->	635.942	7.446.687.817	11.710	39,67
Exportaciones -->	0	0	0	-
<-- Total considerado -->	635.942	7.446.687.817	11.710	39,67

Fuente: Ídem.

Una vez obtenidas las valoraciones de cada mineral se determina el valor bruto de la producción para cada uno de ellos, y el total para la provincia de Río Negro para el año 2023 a precios corrientes. Este número no es comparable a los de los años anteriores, ya que no se obtuvieron precios representativos para cada mineral para dichos años, aunque si permite tener una dimensión del peso relativo de la minería de la provincia respecto al total del país.

**VALOR BRUTO DE PRODUCCIÓN POR MINERAL, RÍO NEGRO EN \$ Y DÓLARES
ESTADOUNIDENSES CORRIENTES - AÑO 2023**

MINERAL	PRECIO \$/Tn 2023	PRODUCCIÓN Tn 2023	VBP - Millones de \$ corrientes	PRECIO USD/Tn	VBP - Millones de USD corrientes
ARENAS SILICEAS	23.196	2.247.603	52.136,1	78,6	176,6
SAL	13.884	870.805	12.091	47,0	41,0
ARIDOS	11.513	853.452	9.826	39,0	33,3
BENTONITA	47.027	158.273	7.443	159,3	25,2
YESO	11.710	616.020	7.213	39,7	24,4
DIATOMITA	44.687	157.509	7.039	151,4	23,8
CALIZA	8.856	392.430	3.475	30,0	11,8
PIEDRA LAJA	135.021	4.559	616	457,4	2,1
LIMO ARCILLOSO	2.500	125.030	313	8,5	1,1
CAOLIN	4.579	13.630	62	15,5	0,2
ARCILLAS ROJAS	6.000	7.624	46	20,3	0,2
PORFIDO	200.000	168	34	677,5	0,1
FLUORITA	16.000	413	7	54,2	0,0
TOTAL MINERÍA RÍO NEGRO	18.400	5.447.516	100.300	62,4	339,8
TOTAL MINERÍA PAÍS			2.599.537		8.805,7
PARTICIPACIÓN MINERÍA RÍO NEGRO / PAÍS			3,9%		3,9%

Fuente: Elaboración propia

Determinación del valor agregado bruto

El valor agregado de una unidad o sector institucional representa la contribución de la mano de obra y del capital al proceso de producción y puede obtenerse del saldo contable que surge del método de la producción. Es decir que, para la estimación del valor agregado bruto, debe deducirse del valor bruto de producción el consumo intermedio utilizado en el proceso de producción. La cuenta producción puede elaborarse para cualquier unidad productiva, sector industrial, y por lo tanto, la suma de los valores agregados de las unidades productivas de un determinado sector representará el valor agregado sectorial, mientras que la suma de los valores agregados de todas las unidades residentes más los impuestos menos las subvenciones sobre los productos representa el PBI de una economía. Si una vez obtenido el valor agregado se deduce el valor apropiado por el gobierno a través de impuestos (neto de subsidios), se obtiene la remuneración de los factores al trabajo y al capital. Obteniendo los impuestos netos de subsidios, salarios brutos, consumo de capital fijo y excedente de explotación, puede calcularse el valor agregado bruto a través del método (o cuenta) de ingresos, o remuneración de los factores. Para ello, debe relevarse dicha información de los balances, o bien, de declaraciones juradas de los productores tanto de insumos, como de pago de salarios, impuestos y subvenciones. Dicha información excede los límites de este trabajo, y el relevamiento realizado. Ante esta limitación, se opta por utilizar el método de la producción, deduciendo el consumo intermedio al valor bruto de la

producción, a partir de un coeficiente de consumo intermedio respecto al valor de producción.

Al momento de la edición de este documento, las declaraciones juradas de los productores en relación a los costos de producción e insumos utilizados no han sido recibidas en su totalidad, por lo que se utiliza el coeficiente de compras a proveedores nacionales respecto a las ventas netas de cada rama dentro de la minería no metalífera que surge de un trabajo del CEPXXI⁵, de donde se obtuvo los datos de facturación de AFIP a nivel 6 dígitos del CLAE (Clasificador de Actividades Económicas) de la ex AFIP para el año 2019, como también las compras de las empresas mineras desagregadas por rama de actividad del sector proveedor para ese mismo año, de donde se construyó una matriz de proveedores ligados a la minería.

A continuación, se presenta una estimación del valor agregado bruto para cada mineral y para el conjunto de la minería de Río Negro y su participación en el valor agregado bruto minero del país, alcanzando el 4,3% de la minería nacional.

Es pertinente mencionar que para el valor bruto de producción minero del año 2023 para el total del país a precios corrientes se toma el informado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, agregados macroeconómicos de las ramas Extracción de minerales metalíferos y Explotación de minas y canteras n.c.p. No así, para el valor agregado bruto, ya que la ratio utilizada entre VA/VBP corresponde al calculado por parte del INDEC es para el año base 2004, el cual resulta muy alejado a la realidad actual del sector. Para subsanar dicha limitación, se utilizó la última ratio entre compras intermedias a proveedores nacionales para el total de la minería de 0,551 calculado con los datos de las compras y ventas del sector obtenidos de AFIP por parte del ex Ministerio de Desarrollo Productivo (CEPXXI)

Como se observa en el cuadro siguiente, la participación de la minería de Río Negro en cuanto a valor agregado bruto resulta ligeramente superior respecto al valor bruto de la producción (4,3% frente a 3,9%), lo que se explica por un mayor coeficiente de consumo intermedio para el total de la minería respecto a la minería rionegrina.

⁵ Schteingart, D. y Allerand, M. El impacto de la minería argentina en los proveedores locales. Documentos de Trabajo del CCE N° 19, diciembre de 2021, Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

**VALOR AGREGADO BRUTO – MILLONES DE \$ Y DÓLARES
ESTADOUNIDENSES CORRIENTES - AÑO 2023**

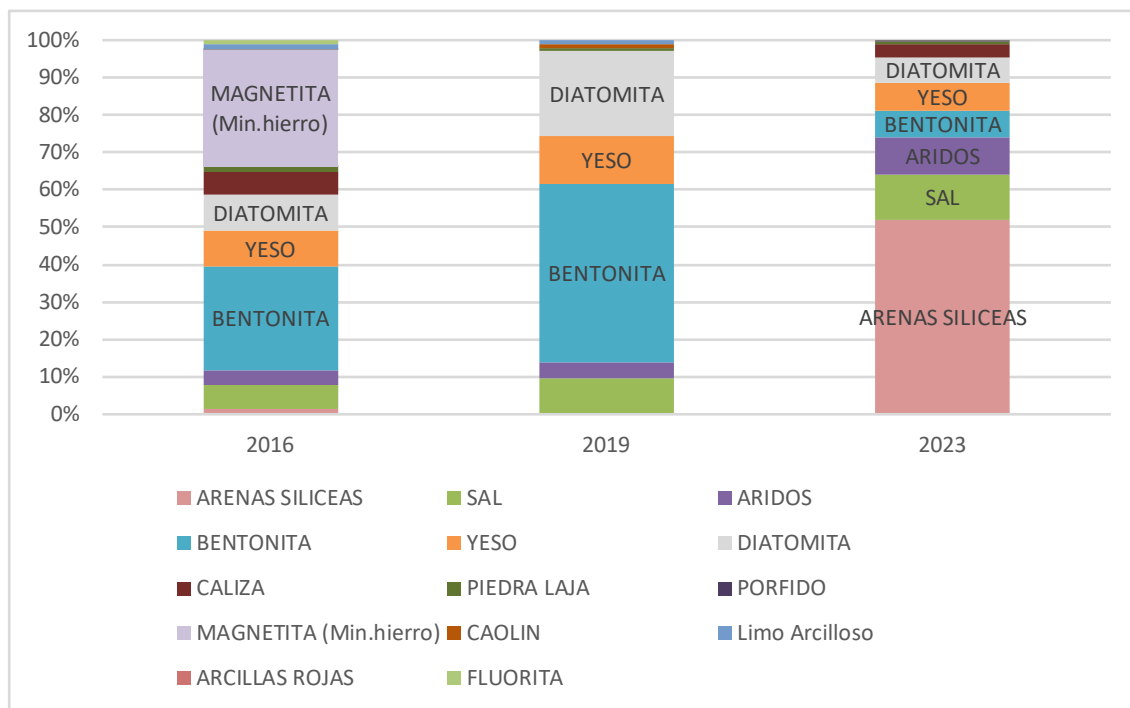
RAMA CLAE	MINERAL	Ratio CI/VBP	Consumo intermedio - Millones de \$	VAB - Millones de \$	VAB - Millones de USD
81300 Extracción de arenas, canto rodado y triturados pétreos	ARENAS SILICEAS	0,514	26.818,8	25.317,3	85,8
89300 Extracción de sal	SAL	0,583	7.050,0	5.040,6	17,1
81300 Extracción de arenas, canto rodado y triturados pétreos	ARIDOS	0,514	5.054,5	4.771,5	16,2
81200 Extracción de piedra caliza y yeso	YESO	0,390	2.810,3	4.403,1	14,9
Explotación de Minas y Canteras N.C.P.	BENTONITA	0,479	3.565,2	3.877,8	13,1
Explotación de Minas y Canteras N.C.P.	DIATOMITA	0,479	3.371,5	3.667,1	12,4
81200 Extracción de piedra caliza y yeso	CALIZA	0,390	1.354,0	2.121,4	7,2
81300 Extracción de arenas, canto rodado y triturados pétreos	PIEDRA LAJA	0,514	316,6	298,9	1,0
81400 Extracción de arcilla y caolín	LIMO ARCILLOSO	0,329	103,0	209,6	0,7
81400 Extracción de arcilla y caolín	CAOLIN	0,329	20,6	41,9	0,1
81400 Extracción de arcilla y caolín	ARCILLAS ROJAS	0,329	15,1	30,7	0,1
81300 Extracción de arenas, canto rodado y triturados pétreos	PORFIDO	0,514	17,3	16,3	0,1
Subtotal minería no metálica	FLUORITA	0,479	3,2	3,4	0,0
TOTAL MINERÍA RÍO NEGRO		0,541	50.500,2	49.799,7	168,7
TOTAL MINERÍA PAÍS		0,551	1.432.084	1.167.452	
PARTICIPACIÓN MINERÍA RÍO NEGRO / MINERÍA PAÍS				4,3%	
PARTICIPACIÓN MINERÍA RÍO NEGRO / PBG PROVINCIA				2,4%	

Fuente: Elaboración propia - N.C.P.: No clasificados en otra parte

Al momento del presente trabajo no se dispone del PBG provincial para el año 2023 cerrado por parte de la Dirección de Estadísticas de la provincia. Sin embargo, se realiza una estimación preliminar para dimensionar el peso relativo del sector minero, considerando la participación histórica de Río Negro en el PBI de Argentina que oscila entre el 1 y 1,1%. Bajo esa premisa, durante el año 2023, se estima que de acuerdo al resultado del VAB minero, este sector tuvo un peso relativo de 2,4% sobre la economía provincial. Como se observa, esta incidencia resulta muy superior a las últimas mediciones en las que estaba entre el 0,5% y 1%. Dicho salto en la participación está fuertemente impulsado por el segmento de arenas silíceas, un nuevo sector que surge

a partir del año 2021 en forma incipiente, y luego da un salto exponencial cuyo valor agregado genera una gran contribución al VAB sectorial como se ve a continuación.

INCIDENCIA EN EL VALOR DE LA PRODUCCIÓN MINERO PROVINCIAL – PRECIOS CORRIENTES



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Dirección Estadística Provincial de Río Negro

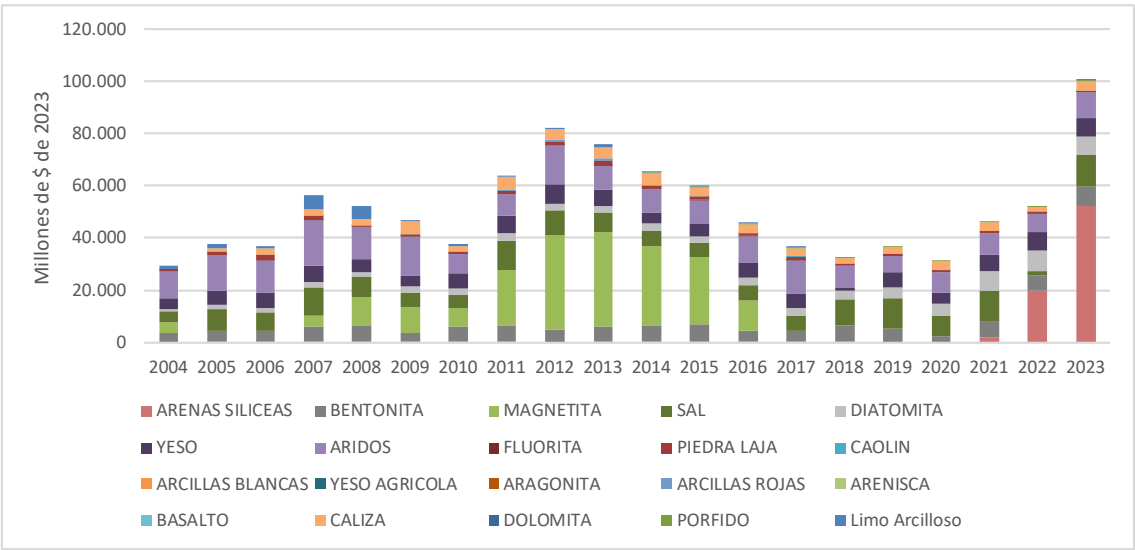
De lo anterior surge que, se observa un cambio en la estructura de participación del valor de la producción minera de Río Negro en la última década. Si se toma el año 2016, el valor minero provincial estaba definido por magnetita -mineral de hierro- y bentonita que representaban el 60% del valor de la producción, mientras que en el año 2019 dicho valor estaba representado por la bentonita con casi el 50% a los que se agregaban la diatomita y el yeso, que en conjunto estos tres representaban el 80% del valor de la producción. Para el año relevado 2023, el valor de la producción minero pasa a estar fuertemente impulsado por las arenas silíceas con el 52% del total, prácticamente desplazando en incidencia al resto de minerales tradicionales. No obstante ello, la provincia sigue manteniendo un liderazgo en la producción de bentonita, a los que se agregan con un mayor peso relativo respecto a años anteriores sal y áridos.

Evolución del valor de la producción minera y valor agregado bruto

Para tener en cuenta la evolución del sector minero en la provincia, en lugar de la dimensión relativa sectorial en un determinado año, debe eliminarse el efecto precio, y así obtener una trayectoria de la evolución productiva física sectorial.

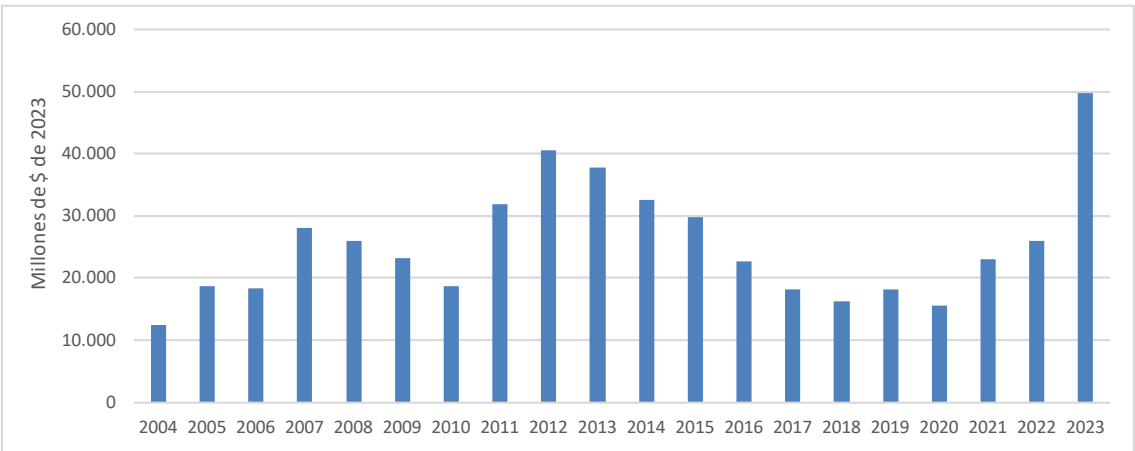
Si se toma en cuenta la evolución del valor de la producción por tipo de mineral y del valor agregado bruto a precios constantes del año 2023 de los últimos veinte años, queda en evidencia la dimensión del salto y el impacto que pudo haber tenido el boom registrado de la producción de arenas silíceas en la provincia. Se verifica que este da un salto de 91% en el año 2023 respecto al año anterior. Mientras que en 2022 respecto al 2021 (última medición del valor agregado minero provincial) presenta un salto del 13% a precios constantes. Entre 2019 y 2023 –a los fines de excluir el efecto del año 2020 de pandemia- el valor agregado minero de la provincia dio un salto de 173% en términos reales, lo que se explica por el inicio de la producción de arenas silíceas.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE VALOR DE LA PRODUCCIÓN MINERO PROVINCIAL A PRECIOS CONSTANTES DEL AÑO 2023.



Fuente: Elaboración en base a datos de Dirección Estadística Provincial de Río Negro

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE VALOR AGREGADO MINERO PROVINCIAL A PRECIOS CONSTANTES DEL AÑO 2023



Fuente: Elaboración en base a datos de Dirección Estadística Provincial de Río Negro

Metodología de determinación del valor boca mina

Para la determinación del valor boca mina, definido como el valor obtenido en la primera etapa de su comercialización menos los costos directos y/u operativos necesarios para llevar el mineral de boca mina a dicha comercialización, se toma en cuenta la deducción al valor bruto de la producción o valor neto de ventas más acopio o inventarios –según la disponibilidad- de los costos mencionados por la ley N° 24.196. Los costos deducidos son:

- 1) los costos de transporte, flete y seguro hasta la entrega del producto logrado,
- 2) costos de trituración, molienda y beneficio y todo proceso de tratamiento que posibilite la venta de producto final.
- 3) Costos de comercialización y administración hasta la entrega del producto logrado
- 4) Costos de fundición o refinación

Para la deducción de los mencionados costos, se solicitaron los balances contables del año calendario 2023, de donde se obtuvo el detalle de costos operativos de las notas y anexos a los estados de resultados. Para aquellos productores que producen más de un mineral, no pudo obtenerse la desagregación de los costos para cada mineral a partir de los balances, dado que contienen el resultado de toda su actividad comercial. En esos casos, a modo de encuesta, se solicitaron los costos por separado para cada mineral a través de una planilla de declaración jurada a completar por productores, diferenciando los costos en los cuatro puntos mencionados precedentemente.

Debe tenerse en cuenta que no todos los productores a quienes se les solicitó la información pertinente facilitaron sus estados contables, ni tampoco todos aquellos a quienes se les envió la planilla de declaración de costos fue completada. No obstante, pudo obtenerse información de costos de uno o más productores por mineral, los cuales también fueron revisados en su consistencia. De hecho, para el caso de piedra laja, estos fueron desestimados por no presentar dicha consistencia. Por otra parte, no se llegaron a obtener datos representativos para sal-halita y caolín. Esto sugiere que los mencionados resultados deben ser leídos como una muestra de referencia y no como una auditoría de costos para el cobro de regalías por parte del Gobierno Provincial. Este tipo de relevamiento implica la obtención de los balances del universo de productores, y una revisión de consistencia de las declaraciones juradas de costos con los anexos de los estados de resultado de balances para cada productor en particular, lo que demandará un trabajo de mayor interacción con la Secretaría de Minería de la Provincia, la cámara minera de Río Negro y productores independientes fuera del ámbito de la cámara.

Una vez obtenidos los datos de costos de cada productor, se hace una distinción entre los costos de extracción, transporte, fletes y seguros, beneficio y/o procesamiento, comercialización y administración para determinar el valor boca mina. Luego, se realiza una agregación de los costos por cada mineral, de manera tal de llegar a un valor representativo de cada uno de ellos para la provincia de Río Negro. Es pertinente destacar que en general se obtuvo datos de dos o tres productores por mineral, siendo

esta información relevante sobre el total de la provincia de acuerdo a la escala de producción dicha selección, por lo cual resultan representativos. Esto ante la dificultad de relevamiento de información del universo de productores. No obstante, ello no implica la normalización para la aplicación de promedios de estos parámetros – por ej. para el cálculo de regalías- para el conjunto de productores de un mineral, ya que la estructura de costos de cada productor es diferente y depende de una multiplicidad de factores como las características o madurez del yacimiento, los métodos de extracción, la tecnología aplicada, las maquinarias utilizadas, las distancias entre yacimiento y planta, entre otros.

FUENTES DE INFORMACIÓN:

- Entrevistas con productores para los segmentos de bentonita, yeso, diatomita, arenas silíceas, áridos, piedra laja.
- Entrevistas presenciales y virtuales con Cámara de Minería de la Provincia de Río Negro; funcionarios del área de Secretaría de Minería del Gobierno Provincial de Río Negro
- Balances contables del año 2023 de productores de los segmentos bentonita, yeso, diatomita, arenas silíceas, áridos.
- Visitas a yacimientos y plantas de bentonita, yeso, arenas silíceas, áridos.
- Encuestas completadas por productores sobre costos de producción para los segmentos mencionados en el cuadro siguiente:

CANTIDAD DE PRODUCTORES RELEVADOS POR MINERAL PARA LA OBTENCIÓN DE VALOR BOCA MINA

Mineral	Productores
Bentonita	3
Yeso	2
Diatomita	2
Arenas silíceas	2
Piedra laja	1

A continuación, se presentan los resultados de un productor representativo de un solo mineral⁶ que surge del detalle de costos de ventas de anexos a los estados de resultados de balances, a partir de los cuales se realiza una clasificación de costos de extracción; costos de transporte, flete y seguros; costos de administración y comercialización y costos totales a los fines de determinar el valor boca mina.

⁶ Datos a modo ilustrativo. Por secreto estadístico, no puede revelarse el mineral ni el productor a que se hace referencia. A continuación, se presentan los resultados agregados por mineral.

CLASIFICACIÓN DE COSTOS A PARTIR DE COSTOS DE VENTAS

Año	ton	Ventas Millones \$	Ventas Millones de USD	Valor unitario \$/Tn	Valor unitario USD/Tn
2023	422.100	4.403,739	14,917	10.433	35

ítem	Concepto	Mill. De \$		Mill. De USD		Mill. De \$	Mill. De USD
		Costos prod.	Costos Admin.	Costos prod.	Costos Admin.	Costo total	
a	Sueldos y Jornales	260,39	-	0,88	-	260,39	0,88
a	Cargas Sociales	57,72	-	0,20	-	57,72	0,20
b	Combustibles y Lubricantes	223,39	-	0,76	-	223,39	0,76
b	Seguros Contratados	16,10	-	0,05	-	16,10	0,05
c	Reparaciones y Repuestos	107,23	-	0,36	-	107,23	0,36
b	Fletes Contratados	966,01	-	3,27	-	966,01	3,27
a	Insumos	5,54	-	0,02	-	5,54	0,02
	Amortizaciones Bienes de Uso	366,77	-	1,24	-	366,77	1,24
a	Gastos por Servicios Consumidos	1.008,19	-	3,42	-	1.008,19	3,42
d	Honorarios	-	10,85	-	0,04	10,85	0,04
d	Gastos de Imprenta	-	0,78	-	0,00	0,78	0,00
a	Servicios Voladuras	350,27	-	1,19	-	350,27	1,19
d	Gastos de Comunicación	-	1,45	-	0,00	1,45	0,00
c	Mantenimiento Bienes de Uso	132,47	-	0,45	-	132,47	0,45
b	Ley Riesgos Trabajo	31,44	-	0,11	-	31,44	0,11
	Ingresos Brutos	-	-	-	-	-	-
d	Gastos de Seguridad	-	22,10	-	0,07	22,10	0,07
b	Seguro de Vida Obligatorio	0,05	-	0,00	-	0,05	0,00
d	Impuesto Inmobiliario	-	0,75	-	0,00	0,75	0,00
d	Sindicato	0,83	-	0,00	-	0,83	0,00
d	Impuesto Automotor	2,38	-	0,01	-	2,38	0,01
d	Utiles de Oficina y Computación	-	0,10	-	0,00	0,10	0,00
a	Otros Gastos Personal	33,19	-	0,11	-	33,19	0,11
Total		3.561,98	36,03	12,07	0,12	3.598,01	12,19

Fuente: Elaboración propia

CONSTRUCCIÓN DE VALOR BOCA MINA A PARTIR DE COSTOS DE VENTAS

ítem	Concepto	Total año 2023 en Mill. \$	\$/ton	Total en Mill. USD	USD/ton
	VBP	4.403,7	10.432,9	14,9	35,3
a	Costos de extracción	1.715,3	4.063,7	5,8	13,8
b	Costos de transporte, fletes y seguros	1.237,0	2.930,6	4,2	9,9
c	Costo trituración, molienda y/o beneficio	606,5	1.436,8	2,1	4,9
d	Costo de comercialización y adm.	39,2	93,0	0,1	0,3
e	Costo total	3.598,0	8.524,1	12,2	28,9
	Toneladas	422.100,0			
VBP - b-c-d	VALOR BOCA MINA	2.521,0	5.972,6	8,5	20,2
VBP - e + a	VALOR BOCA MINA	2.521,0	5.972,6	8,5	20,2

Fuente: Elaboración propia

Resultados de valor boca mina por mineral

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados agregados por mineral que surgen de las clasificaciones de costos a los fines de determinar el valor boca mina según la metodología explicitada en forma precedente.

MINERAL: BENTONITA

ítem	Concepto	Total año 2023 en Mill. \$	\$/ton	USD	USD/tn
	VBP	2.907,103	44.278	9.847.500	150
a	Costos de extracción:	639,730	9.744	2.167.018	33
b	Costos de transporte, fletes y seguros:	221,811	3.378	751.362	11
c	Costo trituración, molienda y/o beneficio	555,577	8.462	1.881.958	29
d	Costo de comercialización y administración:	686,061	10.449	2.323.959	35
	Toneladas relevadas	65.656			
e	Costo total	2.103,180	32.034	7.124.298	109
VBP - b-c-d	Valor boca mina	1.443,653	21.988	4.890.221	74
VBP - e + a	Valor boca mina	1.443,653	21.988	4.890.221	74

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, resulta pertinente destacar que en los resultados de valor boca mina obtenidos fueron contruidos para el total de producción de bentonita, incluyendo la cálcica y la sódica, en forma agregada. Esto debido a que no todos los productores que enviaron la información hicieron la diferenciación por tipo de bentonita, por lo cual no fue posible llegar a un valor representativo de cada tipo de bentonita por separado. Sin embargo, debe considerarse que, de acuerdo a la información relevada, estos dos tipos

de bentonitas tienen estructuras de costos diferentes, como también cada yacimiento, siendo que cada uno de ellos tiene características particulares.

En segundo lugar, en el caso de la bentonita, los costos unitarios dependen del valor de venta según destino, siendo que aquel mineral aplicado a fundición puede venderse a un precio de casi 100% superior en algunos casos que el resto de destinos como lodos de perforación, sanitarios. En tercer lugar, los costos de extracción resultan relevantes y muy variables en función del yacimiento, ya que estos dependen de la profundidad en la que se encuentra el mineral, por lo tanto, los metros a realizar de destape y relleno, la extensión y calidad del mineral alojado en yacimiento luego del destape (manto). En particular, Río Negro presenta yacimientos de calidad y buena extensión, lo que lo convierte en una provincia con yacimientos competitivos, lo que se demuestra con su cómodo posicionamiento como principal productor.

Otro factor a tener en cuenta que influye en los costos es la distancia en la que se encuentra la planta de procesamiento respecto al yacimiento, siendo que deben recorrer más kilómetros para su procesamiento.

Por último, otra característica relevante es el peso del costo de comercialización. Esto puede deberse a que los productores contabilizan el transporte de la cadena de distribución en este ítem, entre otros, mientras que los costos de transporte identificados en el cuadro arriba corresponden al del yacimiento a la planta de procesamiento.

MINERAL: YESO

ítem	Concepto	Total año 2023 en millones \$	\$/ton	USD	USD/t n
	VBP	6.109	9.741	20.694.669	33,0
a	Costos de extracción	1.924	3.068	6.518.613	10,4
b	Costos de transporte, fletes y seguros	1.467	2.339	4.969.191	7,9
c	Costo trituración, molienda y/o beneficio	792	1.262	2.681.870	4,3
d	Costo de comercialización y administración	385	614	1.305.193	2,1
e	Costo total	4.568	7.284	15.474.867	24,7
	Toneladas relevadas	627.174		2.124,49	0,0
VBP - b-c-d	VALOR BOCA MINA	3.465	5.525	11.738.414	18,7
VBP - e + a	VALOR BOCA MINA	3.465	5.525	11.738.414	18,7

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el caso de la bentonita, en la producción de yeso resulta relevante el costo de extracción, el cual depende de las características del yacimiento como la calidad y pureza del manto del mineral y la profundidad en la que se encuentre. Sin embargo, el costo de extracción resulta incluso de mayor peso relativo para el caso del yeso, debido a que estos se realizan con voladuras en el proceso de destape a diferencia de la bentonita que se realiza con retro-excavadoras. Por otro lado, para la obtención del tamaño adecuado este pasa por diferentes trituradoras, luego una zaranda en la que

se saca el grano. Por último, resulta relevante también el costo de flete, debido a la distancia entre el yacimiento y la planta.

MINERAL: ARENAS SILÍCEAS

ítem	Concepto	Total año 2023 en millones \$	\$/ton	USD	USD/tn
	VBP	20.184,050	22.017	68.371.307	75
a	Costos de extracción	5.010,091	5.465	16.971.146	19
b	Costos de transporte, fletes y seguros	1.061,067	1.157	3.594.251	4
c	Costo trituración, molienda y/o beneficio	2.452,310	2.675	8.306.940	9
d	Costo de comercialización y administración	131,803	144	446.469	0
e	Costo total	8.655,272	9.441	29.318.806	32
	Toneladas relevadas	916.748			-
VBP - b-c-d	VALOR BOCA MINA	16.538,869	18.041	56.023.648	61
VBP - e + a	VALOR BOCA MINA	16.538,869	18.041	56.023.648	61

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las arenas silíceas el costo de extracción resulta más relevante que el resto de los minerales ya que el productor de mayor peso incluye los fletes realizados desde yacimiento a planta dentro del costo de extracción, mientras que el otro productor, los cuenta por separado. La dificultad de separar estos costos llevó a una mayor valoración del costo de extracción. Hay que tener presente que para la producción de arena de sostén para técnicas de *fracking* petrolero, se procesa el doble de mineral que aquel obtenido en especificación para esta actividad. Para dimensionar el volumen transportado, para un *pad* de 4 pozos se utilizan hasta unas 60.000 toneladas de arena de sostén con una especificación exigida por los operadores con una resistencia de presión mínima de 5000 psi, esto es entre 11.000 y 15.000 toneladas por pozo, pero para producir esa cantidad, se debe llevar a la planta unas 100.000 toneladas entre procesamiento y descarte. Esto da como resultado un flujo de 3.333 camiones y repartidos en un mes, son unos 111 camiones diarios a un flujo constante para atender un solo *pad*. La cercanía al yacimiento o una ruta específica de mejor acceso que mejore el flujo de transporte resulta clave en este proceso para la competitividad. No obstante, las arenas de sostén de Río Negro llamadas también “de cercanía” resultan más competitivas que las de Entre Ríos, a pesar de tener menos resistencia a presión que estas últimas debido a justamente la cercanía al centro de consumo de los operadores.

Por otra parte, puede reducirse el costo unitario mediante la comercialización de subproductos obtenidos del descarte fuera de especificación como arena para la construcción, hormigón elaborado, asfalto, vidrio, ripio, entre otros.

MINERAL: DIATOMITA

ítem	Concepto	Total año 2023 en millones \$	\$/ton	USD	USD/tn
	VBP	1.819.403.410	44.687	6.163.034	151
a	Costos de extracción	1.365.366.894	33.536	4.625.034	114
b	Costos de transporte, fletes y seguros	546.146.758	13.414	1.850.014	45
c	Costo trituración, molienda y/o beneficio	819.220.136	20.121	2.775.020	68
d	Costo de comercialización y administración	136.536.689	3.354	462.503	11
	Costo total	2.867.270.477	70.425	9.712.571	239
	Toneladas relevadas	40.714		138	0
VBP - b-c-d	VALOR BOCA MINA	317.499.826	7.798	1.075.497	26
VBP - e + a	VALOR BOCA MINA	317.499.826	7.798	1.075.497	26

Fuente: Elaboración propia

El caso de la diatomita, si bien el costo de extracción sigue siendo el más relevante igual que el resto de los minerales, también es importante el costo de procesamiento y beneficio debido a que luego de la trituración primaria, el mineral es sometido a un proceso adicional que es la calcinación donde es sometido a altas temperaturas en un horno rotatorio para eliminar restos de materia orgánica y humedad. Luego se produce un proceso de molienda en seco para el caso de la diatomita granulada que es la de mayor uso que es el sanitario. Como consecuencia, su valor boca mina resulta inferior a la bentonita, pese a su elevado valor comercial.

Desempeño productivo del sector minero en la provincia de Río Negro

De acuerdo a la clasificación de los tipos de explotación de minas establecidas por el Código de Minería, estas se dividen entre primera, segunda y tercera categoría, siendo las primeras aquellas en que su explotación, el suelo es un accesorio y pertenecen al Estado, y solo pueden explotarse en virtud de una concesión legal otorgada por la autoridad competente. En este caso la provincia (sustancias metalíferas, litio, potasio, combustibles, entre otros). Las de segunda categoría por su parte, que por razón de su importancia, se conceden preferentemente al dueño del suelo, o al aprovechamiento común (arenas, piedras preciosas, bentonita, caolín, entre otros). Las de tercera categoría en cambio, pertenecen exclusivamente al propietario y salvo utilidad pública, nadie puede explotarla sin su consentimiento (minerales de naturaleza pétreo o terrosa, en general las que sirven como materiales de construcción)

Sin embargo, a los fines de este trabajo para una mejor lectura en cuanto a su aporte económico se utiliza la clasificación establecida por el Clasificador Nacional de Actividades Económicas (CLANAE 2010) en el cual clasifican de acuerdo con las características de su producción, definiendo como minerales no metalíferos y rocas de

aplicación a la totalidad o parte de la mena constituida por sustancias naturales asociadas con compuestos o sustancias no metálicos o rocas.

En función de lo anterior, la actividad minera puede dividirse en tres grandes grupos.

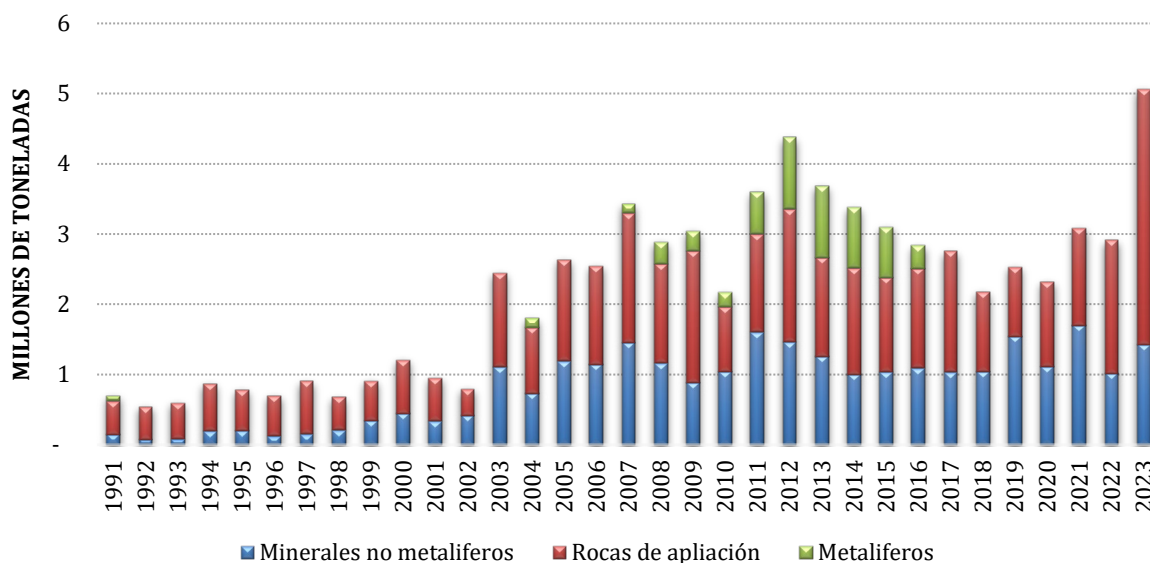
- Minerales metalíferos: abarca metales tales como el oro, la plata, el plomo o el cobre. En otras palabras, minerales a partir de los cuales se puede extraer elementos metálicos. Su producción se exporta casi en su totalidad. En el caso de la provincia de Río Negro, se identifica la magnetita, aunque actualmente sin producción de la mina de mineral de hierro Sierra Grande desde el año 2016.
- Minerales no metalíferos o industriales: son minerales que (en forma directa, o mediante un proceso de transformación adecuado) están ligados a la actividad manufacturera. En cuanto a Río Negro se incluye la explotación de sal, yeso, bentonita, diatomita, caolín, y fluorita.
- Rocas de aplicación: se destinan principalmente a la industria y la construcción. Incluye en Río Negro la explotación de arenas silíceas, áridos, caliza, lino arcilloso, arcillas rojas, piedra laja, y pórfido.

El presente trabajo se concentrará en estos dos últimos grupos. No obstante, comenzaremos analizando la evolución histórica del sector en su totalidad.

Desde la perspectiva del mediano plazo, considerando el volumen total de producción minera no metalífera, Río Negro tuvo un crecimiento relativamente estable hasta entre el año 1992 y 2002 a una tasa promedio anual de 9%. Sin embargo, a partir del año 2003 se da un salto de escala cuando pasa de producir poco más de 700 mil toneladas de mineral bruto a casi 2,5 millones en el año 2003, lo que fue explicado por rocas de aplicación por el impulso de los sectores de la construcción, con la producción de áridos, arena para construcción y yeso dieron un salto discreto a partir de ese año, como también la de sal común. Desde el año 2003 y hasta el 2010, la producción no metalífera y rocas de aplicación se mantiene relativamente estable en torno a los 2,6 millones de toneladas, y luego, a partir del año 2011 da otro salto en la producción superando los 3 millones de toneladas hasta el año 2015, lo que se explicó mayormente por caliza, sal y la actividad metalífera de Sierra Grande que comenzaba a ganar volumen a través de la magnetita, también se dio inicio a la explotación de arcillas rojas. Desde ese año, y hasta el 2016 se mantiene con un promedio por encima de los 3 millones de toneladas, hasta el cierre de Sierra Grande. Entre los años 2017 y 2020 la producción vuelve a un promedio de 2,5 millones de toneladas, manteniéndose estable hasta el 2021 cuando vuelve a superar los 3 millones de toneladas debido a la expansión de la explotación de bentonita. Sin embargo, puede afirmarse que el salto histórico más relevante del período analizado es en el año 2023 (5.060.591 en tn), superando el máximo histórico de 2012, explicado por el segmento de rocas de aplicación a través de la explosión de las arenas silíceas como ya se mencionó anteriormente.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MINERA EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en millones de toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Por su parte, si se analiza la evolución de cada segmento, en el gráfico siguiente se ilustra que, el yeso y la sal común han sido dos de los minerales más importantes en la producción no metalífera de Río Negro. Al respecto, si medimos cuál fue su participación sobre el acumulado histórico de producción para el periodo analizado, la producción de sal representó el 17,2%. En tanto, la producción de yeso tuvo una participación del 4,5%. En definitiva, en conjunto ambos minerales equivalen al 21,7% de la producción histórica.

El yeso ha mostrado una presencia constante y significativa en la producción minera en la provincia. A lo largo de los años, se ha utilizado en la construcción de paneles de yeso, estuco y cemento, siendo un componente esencial en varios de ellos con significativa participación en la producción general. Entre 1991 y 2006, su producción fluctuó con una participación que se ubicó entre el 5% y el 20%, lo que refleja en parte los cambios en la demanda de los materiales de construcción.

Cabe destacar la fuerte disminución de la producción en los años 1995 y 1997 seguida de una leve recuperación. Posteriormente, se observó un aumento continuo a lo largo de los años 2000, lo cual puede atribuirse a la expansión de la construcción en el país. Independientemente de los cambios en la proporción, el yeso sigue siendo uno de los minerales más importantes y su importancia persiste hasta 2023. Esto sugiere que su demanda sigue siendo estable o, uno podría argumentar, ha aumentado.

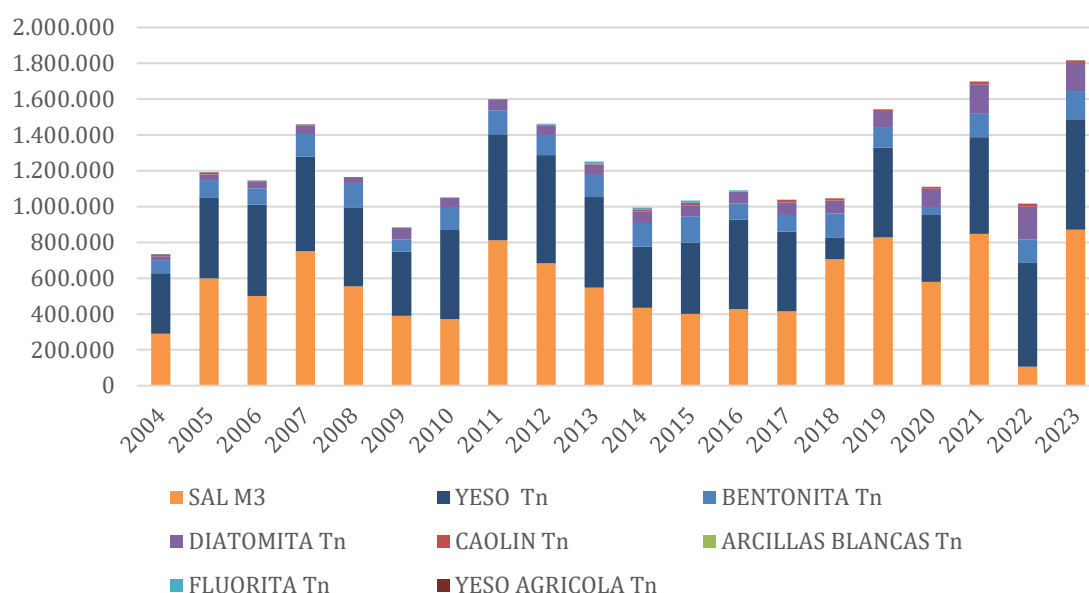
La sal común es otra de las referencias minerales fuertes en Río Negro. Este producto no sólo se utiliza para consumo humano, sino que también en una amplia gama de procesos industriales, como la elaboración de cloro y soda cáustica, entre otros productos químicos. A lo largo del tiempo, la sal común ocupó un espacio importante en

el total de la producción, si bien ha mostrado cierta variabilidad, asociadas a caídas pronunciadas en años como 2004 (-61,0% i.a.) o 2008 (-26,3%), ha tenido la virtud de recuperar prontamente sus niveles de producción. Un ejemplo de ello es el año 2018, cuando la producción creció un 77,3%. Posteriormente, en el año 2022 se vio una abrupta caída debido a los efectos de una sequía prolongada. Este hecho de que la sal común, pese a presentar caídas en la producción, se mantenga relativamente igual con el tiempo sugiere que sigue siendo un elemento esencial de la economía minera de Río Negro y todavía se produce.

Otros minerales no metalíferos que se mantuvieron a través del tiempo son la bentonita y diatomita, el primero a partir de la aplicación en la industria petrolera, y el segundo como absorbente sanitario.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MINERALES NO METALÍFEROS EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO.

EN TONELADAS



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

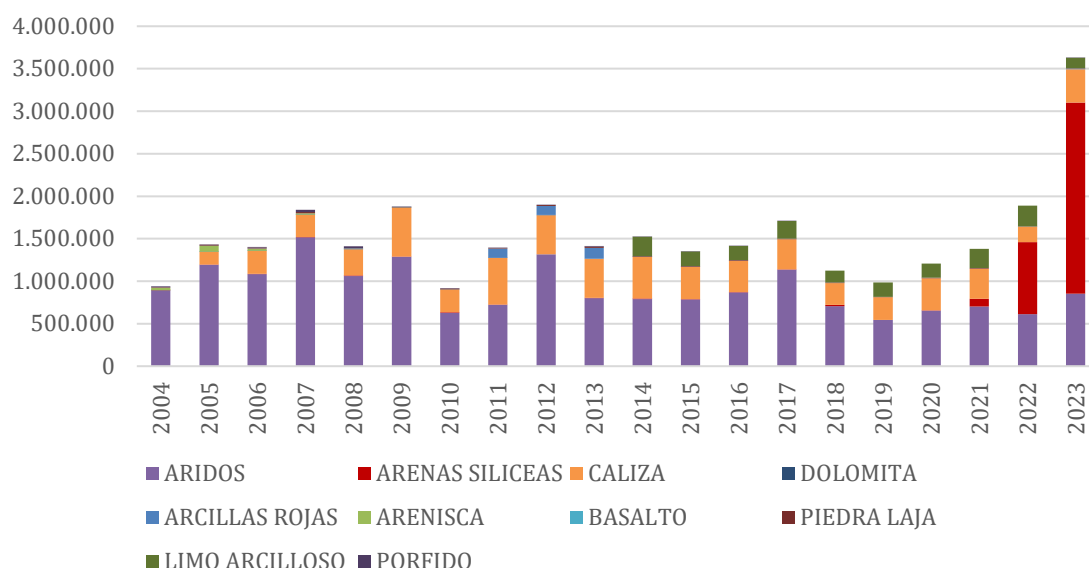
En relación a las rocas de aplicación, en los primeros años del período analizado, los áridos representaban la producción más significativa, llegando a cifras en torno al 85%. No obstante, a medida que avanzan los años, sobre todo a partir del 2005, sus participaciones porcentuales se han ido reduciendo paulatinamente. Por ejemplo, descendiendo de una participación del 43% en 2009 al 28% al año siguiente. Aunque la producción de áridos ha continuado aumentando en términos absolutos, otros materiales se han vuelto más importantes en la producción total del sector, en especial las arenas silíceas a partir del año 2022 y fundamentalmente en el año 2023. Asimismo, la caliza, por ejemplo, también ha aumentado su participación porcentual, aunque en menor escala, especialmente en los últimos años. Esto podría estar relacionado con los aumentos en la producción de cemento y otros productos con base en caliza para grandes obras de infraestructura y construcción, lo cual ha proliferado. Las arcillas

también han aumentado su participación con el tiempo, lo cual refleja su importancia en la producción de ladrillos y cerámica. En ese aspecto, es de notar que su incidencia en los años 2004 y 2005, no llegaba ni al 1%. Contrariamente, entre 2013 y 2021 ya alcanzaba un promedio del 7%. Esto indica una mayor demanda de este compuesto en la industria.

Históricamente, la demanda de la arena silícea se ha centrado en la producción de vidrio y en aplicaciones de la industria. Sin embargo, su producción experimentó un crecimiento exponencial en los últimos años, a partir del proceso de sustitución de importaciones primero, y una mayor competitividad por su cercanía luego, siendo este un insumo clave para la explotación no convencional en el yacimiento Vaca Muerta en la provincia de Neuquén, como se explicó anteriormente. A modo de ejemplo, la producción creció un 841% i.a. en 2022, logrando representar el 71% sobre la producción total.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ROCAS DE APLICACIÓN EN LA PROVINCIA DE RIO NEGRO.

En toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Exportaciones del sector minero de la provincia de Río Negro

Las exportaciones mineras de Río Negro están concentradas en más del 90% en bentonita con destino a Brasil, en especial para uso industrial para la fundición con un monto estable entre 10 y 12 millones de dólares anuales. Estas han sido fuertemente afectadas luego del cierre de Sierra Grande, yacimiento que llegó a exportar unos 44 millones de dólares de mineral de hierro en el año 2013, cuando se exportó un total de casi 60 millones de dólares por parte de la minería de Río Negro. En el período 1998-2023, las ventas externas mineras rionegrinas muestran una evolución similar a una

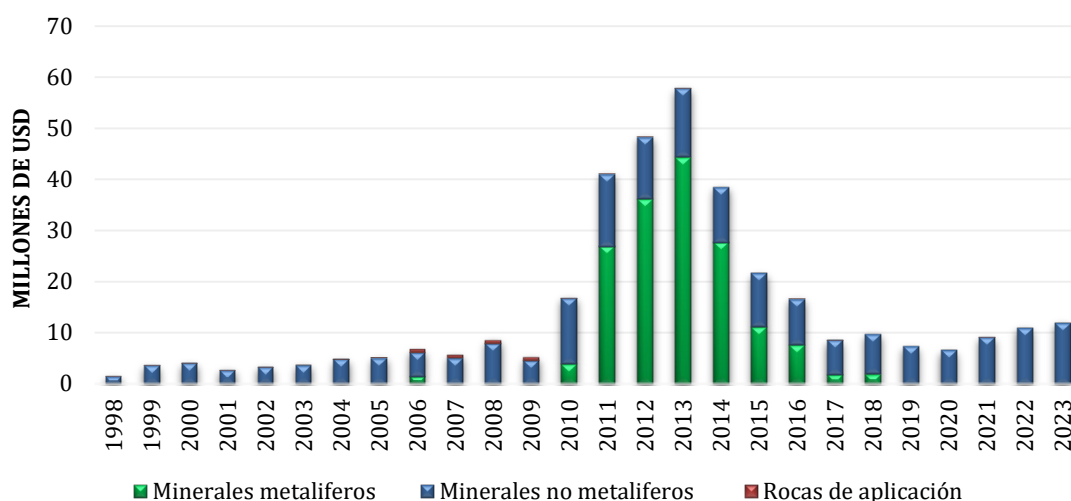
campana de Gauss. Presentan niveles bajos y estables en los primeros 11 años, entre 2010 y 2016 se concentran los mayores niveles de exportación, mientras que de 2017 al cierre se mantienen los valores estables.

En el período 1998 y 2009, las exportaciones mineras de Río Negro fueron traccionadas por los minerales no metálicos (USD FOB 4.525.355 promedio anual), concentrados en la bentonita con destino brasileiro. Sin embargo, a partir de 2010 se dio un marcado aumento de las ventas externas totales mineras alcanzando su pico máximo en el año 2013. Ello se debió al fuerte aumento en las exportaciones de minerales metalíferos, liderados por minerales de hierro y sus concentrados, con destino estadounidense, chino y australiano, principalmente. A partir del año siguiente, se observa una fuerte caída en los montos exportados, que se mantiene hasta el año 2020 (USD FOB 6.490.148). Esa disminución se debe al desplome de las exportaciones de minerales metalíferos con el cierre de Sierra Grande a fines del 2016. A partir del año 2021, se observa un ligero aumento en el valor de las exportaciones por las asociadas a la bentonita (USD FOB 11.915.604), pero aún lejos de los máximos alcanzados en la primera mitad de la década de 2010. De hecho, para el año 2023, la bentonita alcanzó un poco más de USD 10,8 millones, lo que equivale al 2,2% de las exportaciones de la provincia.

Por último, se destaca que en el período considerado, de cinco empresas exportadoras, Buntech del Lago S.A. es la principal firma comercializadora de Bentonita, dado que exportó el 60% del total acumulado. En cambio, las ventas externas de los minerales de hierro y sus concentrados se realizaron a través del yacimiento Sierra Grande operado por la empresa MMC Minera Sierra Grande S.A.

EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DEL SECTOR MINERO EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO SEGÚN EL TIPO DE MINERAL Y ROCA DE APLICACIÓN. PERÍODO 1998-2023.

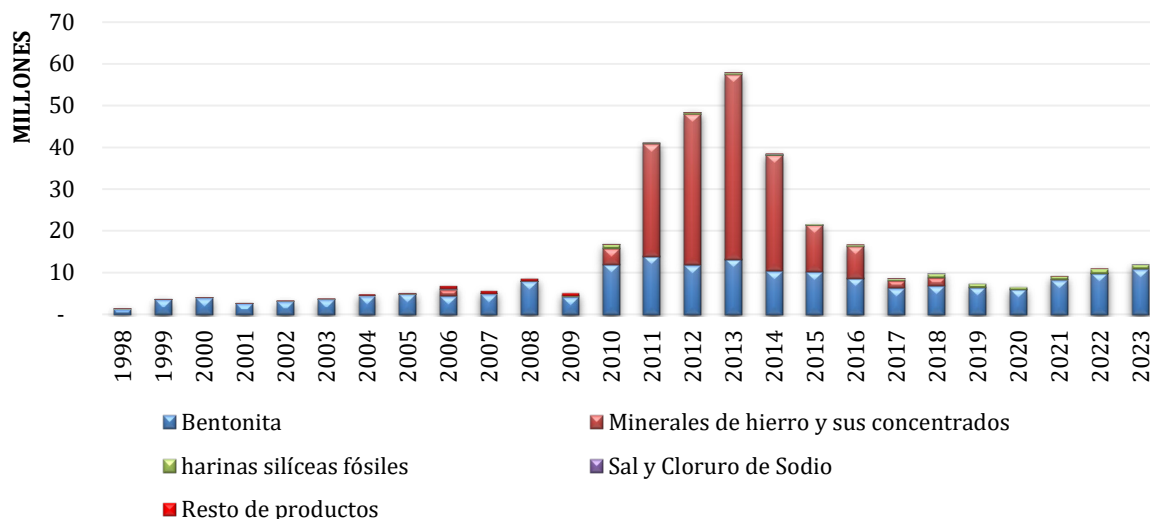
Montos en USD FOB



Fuente: Elaboración propia en base a INDEC y Aduana

EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DEL SECTOR MINERO EN LA PROVINCIA DE RIO NEGRO SEGÚN EL TIPO DE MINERAL Y ROCA DE APLICACIÓN. PERÍODO 1998-2023.

Montos en USD FOB

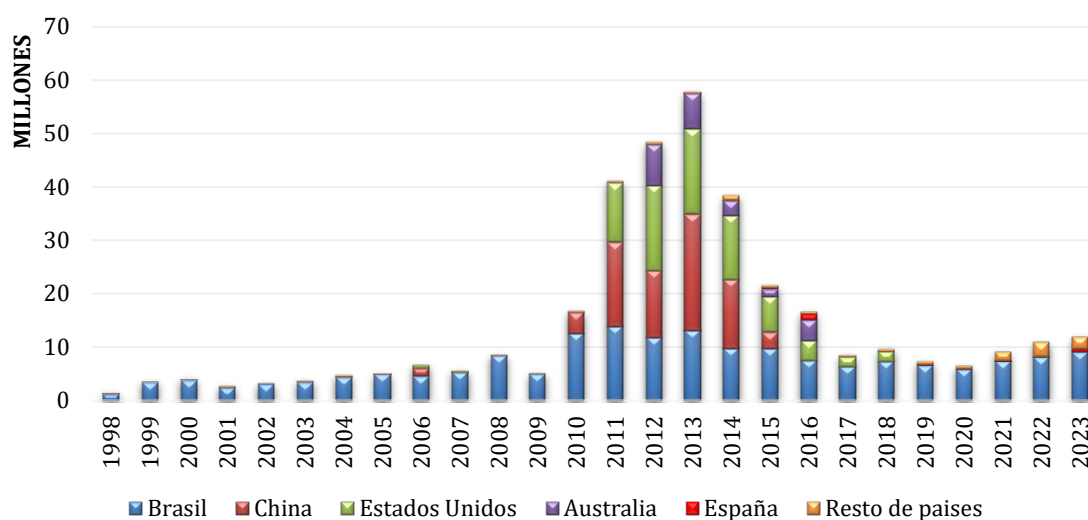


Fuente: Elaboración propia en base al INDEC y a la Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Respecto a los principales destinos se destaca Brasil como mercado para la bentonita, Corea del Sur para las harinas síliceas, y en el caso del mineral de hierro en su momento, Estados Unidos, China y Australia.

EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DEL SECTOR MINERO DE LA PROVINCIA DE RIO NEGRO POR DESTINO. PERÍODO 1998-2023.

Montos en USD FOB



Fuente: Elaboración propia en base al INDEC y a la Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

EXPORTACIONES DE BENTONITA POR PROVINCIA. PERÍODO 2023.

Montos en USD FOB

Origen provincial	KILOS	USD FOB	USD/Ton
Rio Negro	64.268.280	10.838.815	169
La Pampa	6.321.200	1.391.614	220
Mendoza	4.779.875	849.995	178
San Juan	3.847.913	821.652	214
Buenos Aires	1.054.712	263.751	250
Neuquen	187.500	32.138	171
Sin Clasificar	5.950	5.804	975
Indeterminado	25.152	5.628	224
Santa Fe	56.000	2.800	50
Total general	80.546.583	14.212.197	176

Fuente: Elaboración propia en base al INDEC, Aduana y a la Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

EXPORTACIONES DE ARENAS SILÍCEAS POR PROVINCIA. PERÍODO 2023.

Montos en USD FOB

Provincia	KILOS	USD FOB	USD/Ton
Chubut	4.389.538	437.585	100
Entre Rios	3.011.080	236.235	78
Santa Fe	2.912.000	216.320	74
Buenos Aires	65.504	18.108	276
Cordoba	2.675	9.311	3.481
San Luis	265	240	906
Sin clasificar	2	50	24.510
Total general	10.381.063	917.849	88,42

Fuente: Elaboración propia en base al INDEC, Aduana y a la Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

**EXPORTACIONES DE SAL Y CLORURO DE SODIO POR PROVINCIA MINERA.
PERÍODO 2023.**

Montos en USD FOB

Provincia	KILOS	USD FOB	USD/Ton
La Pampa	3.830.689	1.187.000	310
Jujuy	80.753.360	775.352	10
Buenos Aires	1.250.858	336.071	269
Tucuman	107.749	111.904	1.039
Catamarca	83.800	109.685	1.309
Salta	289.253	105.454	365
Cordoba	1.897.200	79.080	42
Santa Fe	14.525	35.338	2.433
Indeterminado	2.990.000	28.600	10
San Luis	154.085	27.281	177
Sin clasificar	3.393	20.886	6.155
Rio Negro	20.904	9.398	450
Chubut	313	1.157	3.696
Capital Federal	80	200	2.500
Total general	91.396.208	2.827.406	30,93

Fuente: Elaboración propia en base al INDEC, NOSIS y a la Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

EXPORTACIONES DE DIATOMITA POR ORIGEN PROVINCIAL. PERÍODO 2023.

Montos en USD FOB

Provincia	KILOS	USD FOB	USD/Ton
Buenos Aires	7.163.537	3.576.776	499
Rio Negro	5.591.286	1.014.273	181
Indeterminado	872.254	128.759	148
Mendoza	49.680	68.115	1.371
La Pampa	63.010	30.031	477
San Juan	236.780	27.149	115
Neuquen	207.200	21.596	104
Sin clasificar	1.612	10.389	6.443
Total general	14.185.359	4.877.088	344

Fuente: Elaboración propia en base al INDEC, NOSIS y a la Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

De la información relevada puede mencionarse que Río Negro se posiciona como principal provincia exportadora de bentonita y segunda de diatomita. Para el año 2024, se consolida esta posición especialmente para el caso de la bentonita con el 80% de las exportaciones en valores, mientras que en toneladas representa el 83%. Esto revela que las ventas externas de Río Negro se realizan a un menor valor FOB respecto al

resto de las provincias, por lo cual hay lugar para mejorar los precios de comercialización, siendo las características del producto muy competitivas.

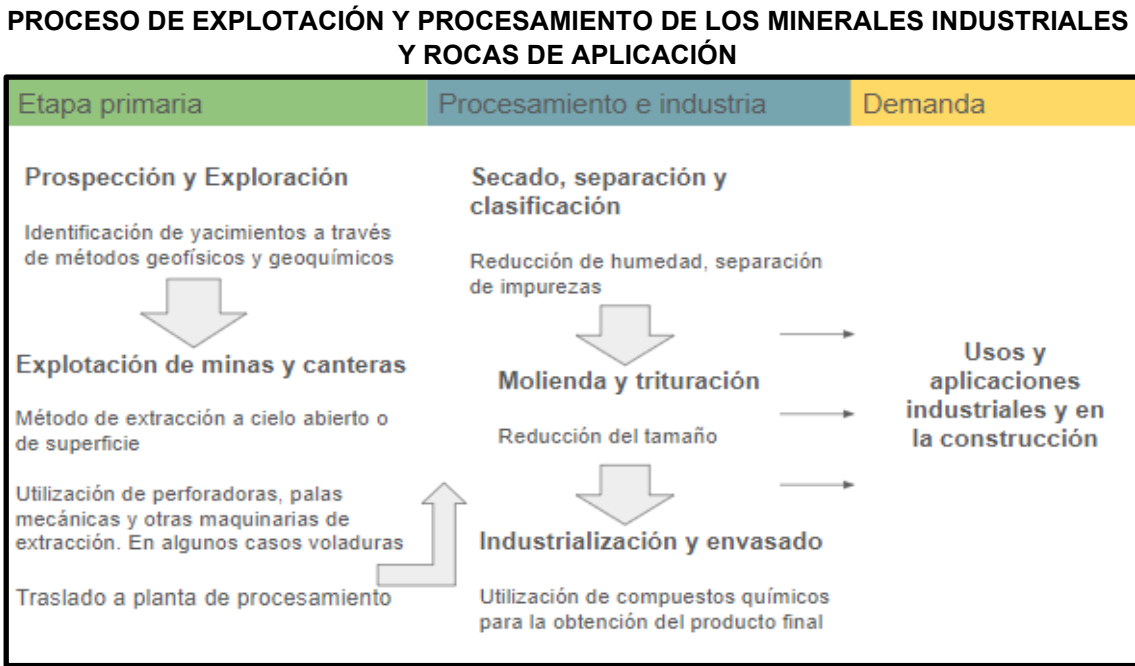
En cuanto a la diatomita, es el segundo exportador luego de Buenos Aires, aunque el año 2024 superó como principal exportador a esa provincia en toneladas, no así en valor, lo revela también las diferencias de valor unitario con las que exporta Río Negro respecto a Buenos Aires -181 frente a 499 dólares por tonelada respectivamente-.

Por su parte, para el caso de las arenas silíceas, Río Negro atiende exclusivamente el mercado local por ser un insumo clave de cercanía a la producción petrolera de Neuquén, mientras que Chubut, Entre Ríos y Santa Fe se encuentran muy cercanas a los puertos de salida. Dicho esto, no se registraron exportaciones por el período analizado para Río Negro. De todas formas, compete en el mercado local con estas provincias productoras.

Respecto a las exportaciones de sales, no es posible sacarse conclusiones ante la diversidad de volúmenes y usos por los que se exporta por provincia, por lo que su precio unitario resulta muy volátil.

Cadenas de valor de los segmentos minerales no metalíferos y rocas de aplicación

En este apartado y previo al análisis de desempeño por tipo de mineral seleccionado, se describe en forma resumida, y a los fines de reflejar la cadena de valor de los segmentos y sus principales minerales, el proceso de extracción y explotación de los minerales industriales y las rocas de aplicación, el cual varía dependiendo del tipo de mineral y del uso o aplicación en diferentes industrias, pero generalmente sigue una serie de etapas comunes descritas en el siguiente gráfico:



Fuente: elaboración propia

A continuación, dividiremos a los minerales en dos grandes grupos para facilitar el análisis. Por un lado, abordaremos el proceso productivo de los minerales industriales en términos generales y de los principales minerales que posee la Provincia de Río Negro.

Por otro lado, analizaremos el proceso productivo de las rocas de aplicación en términos generales y de los minerales que componen este grupo que se producen actualmente en la Provincia.

Cadena de valor - Minerales Industriales

Proceso Productivo general de los minerales industriales

A continuación se detallan las etapas del proceso de extracción, procesamiento y comercialización de los minerales industriales:

Prospección y Exploración

- **Prospección:** Implica la búsqueda de áreas donde existen indicios de minerales industriales. Se utilizan técnicas como la geoquímica, geofísica, y teledetección para identificar posibles yacimientos.
- **Exploración:** Una vez identificada un área prometedora, se llevan a cabo perforaciones, análisis de muestras, y estudios detallados para evaluar la cantidad y calidad del mineral disponible.

Explotación

- **Métodos de Extracción:**
 - **Cielo Abierto:** Es el método más común para minerales industriales como la bentonita y diatomita. El proceso se denomina destape y consiste en retirar la capa superficial del suelo para acceder al mineral, que luego se extrae utilizando maquinaria pesada.
 - **Subterránea:** Utilizada cuando el mineral se encuentra a mayores profundidades. Se crean túneles o galerías subterráneas para acceder al mineral. Este método es más costoso y se utiliza menos en la extracción de minerales industriales.

Procesamiento

- **Trituración y Molienda:** El mineral extraído se transporta a una planta de procesamiento donde se tritura y muele hasta alcanzar un tamaño adecuado para su uso industrial.
- **Clasificación y Separación:** Se utilizan diferentes técnicas para separar el mineral de las impurezas. Por ejemplo, en el caso de la bentonita, se puede realizar una separación por flotación o sedimentación para purificar el mineral.

- **Secado y Calcinación:** Algunos minerales requieren un secado o calcinación (calentamiento a alta temperatura) para eliminar el agua y mejorar sus propiedades industriales.

Envasado y Comercialización

- **Envasado:** Una vez procesado, el mineral se embala para su transporte. Dependiendo del tipo de mineral y su uso final, puede estar en forma de polvo, gránulos, o bloques.
- **Comercialización:** Los productos minerales se distribuyen a las industrias que los utilizan, como la construcción, la industria petrolera, la industria alimenticia, la fabricación de vidrio, cerámica, o la industria química.

Características y propiedades de principales minerales industriales de la Provincia de Río Negro

Los minerales industriales que actualmente produce la Provincia de Río Negro son principalmente bentonita y diatomita.

Bentonita

La bentonita es una roca compuesta por más de un tipo de mineral, aunque son las esmectitas (minerales arcillosos) sus constituyentes esenciales y las que le confieren sus particulares características. Dentro de sus constituyentes hay también yeso. En contacto con el agua, la bentonita se hincha considerablemente, formando masas gelatinosas.

La Provincia de Río Negro es la principal provincia productora de Bentonita tanto para el mercado interno como para la exportación.

Dicho mineral posee diversas propiedades de las cuales derivan sus aplicaciones en diferentes industrias como por ejemplo la industria petrolera, la industria alimenticia, la fundición, entre otras. A continuación, en el cuadro 1 se detallan las principales propiedades y sus derivaciones en las aplicaciones industriales

PROPIEDADES Y APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA BENTONITA

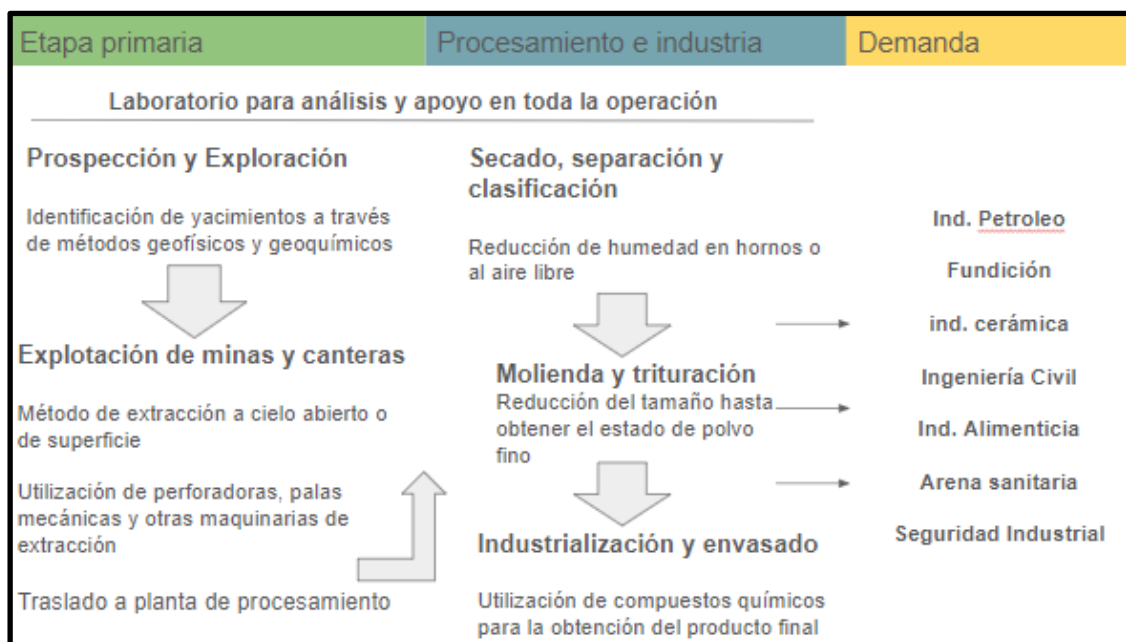
Propiedad	Aplicaciones industriales
Hinchamiento	Expansión hidráulica
Adsorción	Adsorbente de microtoxinas
Aglomerante	Aditivo para arena de moldeo
Absorción	Absorbente de Líquidos, deshidratante
Formación de Coloide	Suavizante de ropas, mejoramiento del poder de cobertura de pigmentos
Viscosidad	Fluidos de perforación, viscosificante de tintas
Tixotropía	Fluidos de perforación

Fuente: Elaboración propia en base a información del mercado

Proceso Productivo

En cuanto a la extracción y explotación de Bentonita sigue un proceso similar al descrito para los minerales industriales como se detalla en el siguiente gráfico.

PROCESO DE EXPLOTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA BENTONITA



Fuente: Elaboración propia

Luego de identificado el yacimiento a través de estudios de suelos y perforaciones para evaluar la calidad y cantidad del mineral se procede a la explotación que se realiza principalmente a cielo abierto ya que los depósitos suelen encontrarse cercanos a la superficie retirándose la capa superior del suelo y exponiendo al mineral. Este proceso se lo conoce como destape y suelen ser de aproximadamente 15 metros de profundidad.

El proceso de extracción se realiza con excavadoras, palas mecánicas y equipamiento de extracción en donde se la extrae en bloques para luego enviarla a la planta de procesamiento a través de camiones de carga.

En la planta de procesamiento se realiza un proceso de secado reduciendo la humedad del mineral. Según información relevada de diferentes productores, la humedad se reduce del 26% al 15% generalmente, con el proceso de secado. Este puede realizarse en hornos o al aire libre. Por lo general, los productores de Bentonita de la provincia realizan el proceso de secado en el mismo yacimiento por 3 o 4 días al aire libre.

Cuando el material llega a la humedad del 15% puede pasar a la siguiente fase que es la de trituración y molienda, que es la etapa en donde se reduce el tamaño de las partículas hasta obtener el polvo fino que es el estado en que generalmente se comercializa.

Esta etapa comienza con la trituración primaria para reducir el tamaño de la bentonita en fragmentos más pequeños utilizando trituradoras de mandíbula o giratorias. Luego si es necesario, se realiza la trituración secundaria en donde los fragmentos obtenidos en el proceso anterior se procesan adicionalmente en trituradoras de cono o de martillos para obtener un tamaño más fino.

Una vez obtenida la bentonita triturada se muele en molinos de bolas, molinos de rodillos o molinos de impacto. El objetivo es reducir el tamaño de las partículas a una finura deseada. La molienda puede implicar el uso de agentes de molienda y puede realizarse en seco o en húmedo, dependiendo de las características de la bentonita y del producto final deseado.

Después de la molienda, la bentonita se clasifica por tamaño de partícula utilizando tamices, separadores o una zaranda. Este paso asegura que el producto final tenga una distribución de tamaño de partículas adecuada para sus aplicaciones específicas.

Para algunas aplicaciones, la bentonita se activa mediante la adición de sales (como carbonato de sodio o cloruro de sodio) para mejorar su capacidad de hinchamiento y otras propiedades. Esta etapa puede implicar el mezclado de la bentonita con agua y agentes activadores. Este proceso suele utilizarse con bentonita cálcica.

Si la bentonita se ha molido en húmedo, se debe secar para reducir su contenido de humedad antes de empaquetarla. Esto se realiza en secadores industriales.

Finalmente, la bentonita procesada se empaqueta en sacos o contenedores para su distribución y venta.

Todo el proceso de exploración, explotación, procesamiento y comercialización cuenta con un área de laboratorio encargada del control de calidad del producto y la investigación y desarrollo del mismo. Los principales insumos son combustibles para las maquinarias, lubricantes y repuestos de máquinas.

Las características especiales de la bentonita sódica (expansión, absorción de agua, viscosidad, tixotropía) permiten el uso de este recurso en un amplio rango de sectores industriales y aplicaciones. Como por ejemplo en la construcción, en los pozos petroleros, en arena sanitaria, en productos cosméticos y en la industria alimenticia.

Demanda de Bentonita

A continuación se describen los principales sectores demandantes de bentonita y sus aplicaciones en sus procesos productivos:

Petróleo

La industria petrolera utiliza la bentonita para incrementar la viscosidad del lodo, permitiendo transportar efectivamente los detritos de roca a la superficie.

Fundición:

Proporciona cohesión y plasticidad a la mezcla, facilitando su moldeo y dándole resistencia suficiente para mantener la forma adquirida después de retirar el moldeo y mientras se vierte el material fundido. El valor agregado que necesita la bentonita para la fundición es de casi el doble que la necesaria para la industria petrolera debido a las altas temperaturas que debe resistir el mineral para el proceso de fundición.

Industria Cerámica:

Se utiliza en la elaboración de las pastas y para el esmalte. Aumenta la plasticidad de la pasta y confiere a la masa mayor resistencia mecánica, mejora la terminación de aristas, bordes y superficies planas.

Ingeniería Civil

Es usada para la construcción de paredes de dilatación, lechadas, impermeabilización de lagunas y diques de irrigación, y para la realización de túneles.

Seguridad Industrial - Puesta a Tierra

En terreno, puede absorber humedad del suelo circundante y ésta es la principal razón para usarla ya que esta propiedad ayuda a estabilizar la impedancia del electrodo a lo largo del año.

Industria Alimenticia:

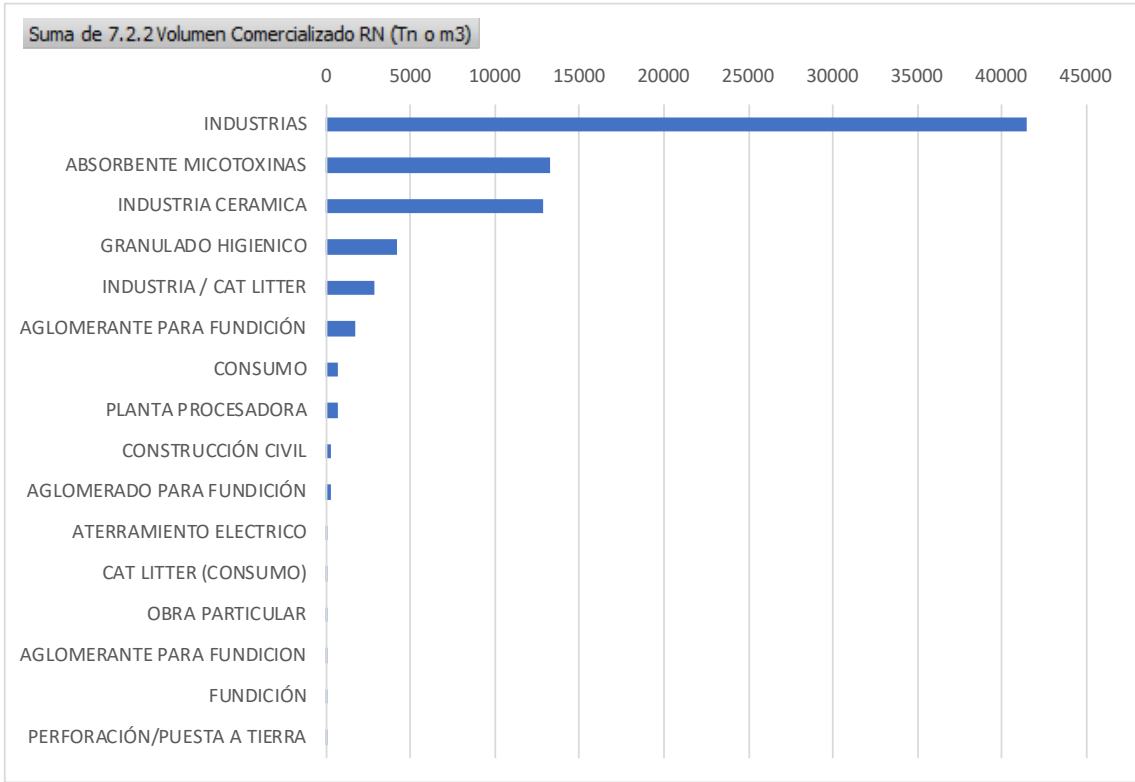
Agregado en la etapa de elaboración del alimento, su capacidad para atrapar las partículas tóxicas le confiere al producto características antimicrobianas y que facilitan y mejoran el proceso digestivo.

Uso Doméstico:

Industria de los absorbentes, cama de mascotas, y como desecante.

A continuación, se exhiben los destinos principales de la bentonita de origen de Río Negro obtenido de las declaraciones de los productores de la provincia donde se verifica que el principal destino es las industrias de fundición agrupada bajo el nombre de “industrias”, dado que esta categoría no está diferenciada, también se utiliza como absorbente para diferentes industrias.

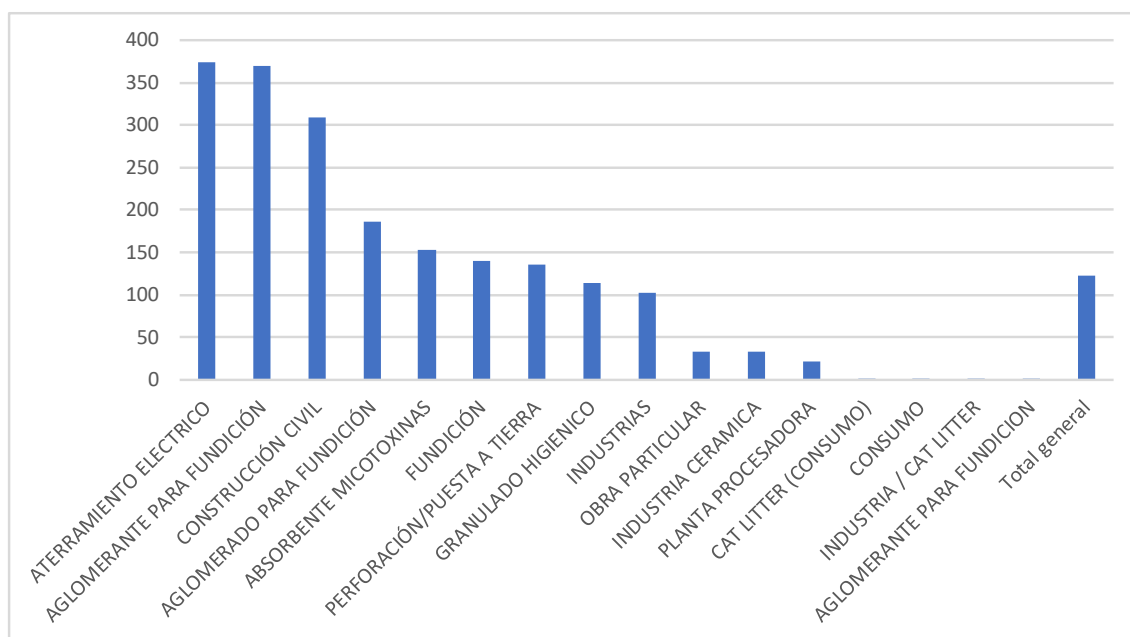
DESTINOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE BENTONITA DE RÍO NEGRO



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Si se tiene en cuenta el valor de comercialización promedio por destino, resulta que los destinos de aterramiento eléctrico y aglomerante para fundición resultan ser los de mayor valor.

VALOR UNITARIO USD/TN POR DESTINO DE COMERCIALIZACIÓN DE BENTONITA DE RÍO NEGRO



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Oportunidades de mejora para la generación de valor:

A pesar de su alto valor, resulta muy bajo el volumen comercializado como aterramiento eléctrico. La bentonita es utilizada en esos casos en la puesta a tierra para mejorar la conductividad del suelo, reducir su resistencia y proteger a las personas y los equipos eléctricos. Dado el bajo volumen comercializado, puede resultar una oportunidad.

Por otra parte, a pesar de su utilización como lodo de perforación para estabilización de pozos, resulta bajo el volumen comercializado con este destino. Recordemos que gracias a sus propiedades, mediante su utilización es posible estabilizar las vibraciones de la sarta de perforación, endureciendo la pared del pozo para evitar filtraciones de agua, la formación de cavidades y fugas. Esto resulta llamativo, siendo Río Negro la principal provincia productora y exportadora de Bentonita y cuando se observa un importante crecimiento de la producción petrolera en la provincia de Neuquén, cercana a los yacimientos de Río Negro.

Una oportunidad que surge es la transformación de bentonita en bentona, que es un lubricante compuesto a base de arcilla de bentonita modificada como espesante y es utilizada principalmente por poseer una resistencia en altas temperaturas, además de que, por la capacidad natural de hinchar y dispersarse de la bentonita, como agente emulsionante o gelificante. Esto podría tener aplicación como grasa lubricante en equipos industriales y automotrices, y especialmente para equipos de perforación de pozos petroleros ya que resulta ideal para la correcta lubricación de piezas o partes sueltas, o cables de acero que deban ser sometidas a altas presiones. De acuerdo a la industria, en la actualidad la bentona se importa en un 95%, y si bien podría elaborarse

en la provincia de Río Negro siendo que posee minerales de calidad para hacerlo, se requieren importantes inversiones en plantas de procesamiento para lograr este producto, por lo que se necesita contar con acceso al financiamiento.

Diatomita

La diatomita es una roca silícica, sedimentaria de origen biogénico, compuesta por esqueletos fosilizados de las frústulas de las diatomeas. Se forma por la acumulación sedimentaria de los esqueletos microscópicos de algas unicelulares y acuáticas. Está compuesta de esqueletos opalinos fosilizados de la diatomea; los esqueletos se componen de la sílice amorfa.

PROPIEDADES Y APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA DIATOMITA

Propiedad	Aplicaciones industriales
Gran área superficial y porosidad	Absorbente sanitario e industrial, insecticida natural
Químicamente inertes	Portadores y dispersantes de productos químicos
Permite control granulométrico	Carga, abrasivo suave

Fuente: elaboración propia en base a información del mercado

Las diatomeas son algas microscópicas formadas por una sola célula con núcleo y cromatóforo, encerrada en una capsula silícea llamada frústula. La composición química del esqueleto fosilizado es principalmente ópalo con pequeñas cantidades de alúmina, hierro, tierras alcalinas y metales alcalinos.

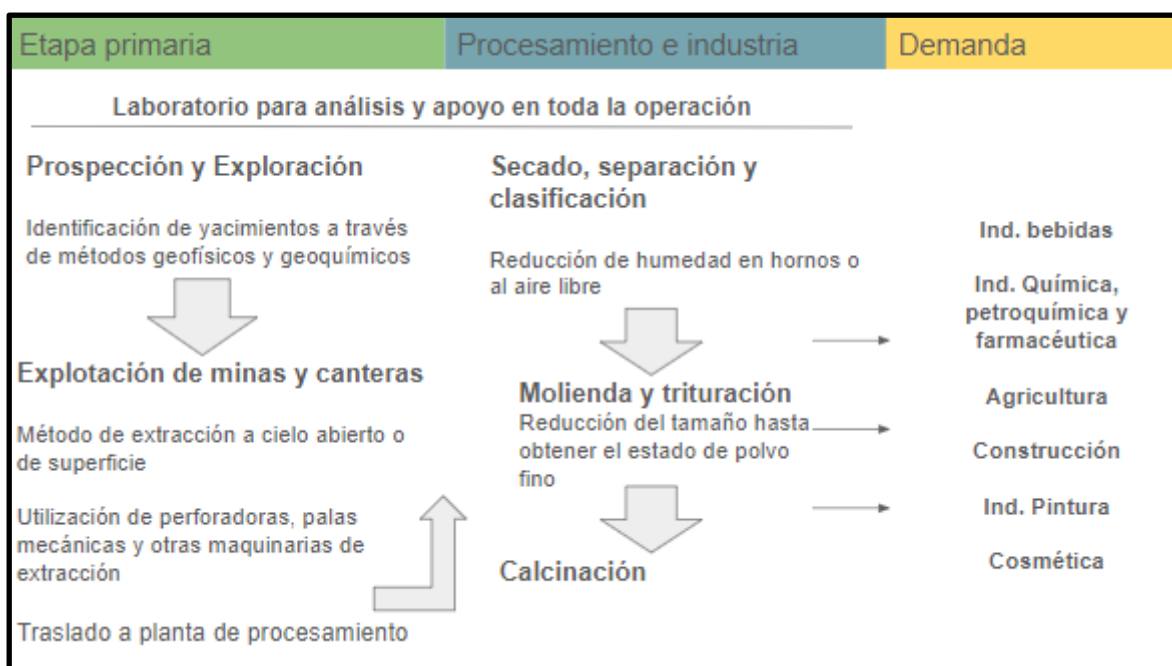
El proceso productivo de la diatomita generalmente implica las siguientes etapas:

- Extracción: La diatomita se extrae de las minas a cielo abierto o subterráneas.
- Trituración primaria: La diatomita extraída se tritura en trozos más pequeños para facilitar el proceso de molienda eliminando impurezas y escombros.
- Calcinación: La diatomita se somete a altas temperaturas para eliminar cualquier materia orgánica y contenido de agua. El horno rotatorio es el equipamiento utilizado en este proceso.
- Molienda: Los trozos de diatomita se someten a un proceso de molienda, que puede ser húmedo o seco, para reducir el tamaño de las partículas. La molienda húmeda se utiliza comúnmente para producir diatomita en polvo, mientras que la molienda seca se utiliza para producir diatomita granulada.

- Clasificación: Las partículas molidas se clasifican para obtener diferentes tamaños y grados de diatomita en función del uso o aplicación final.

La molienda de la diatomita se realiza utilizando diferentes tipos de molinos, como molinos de bolas, molinos de rodillos y molinos de impacto. El tamaño de las partículas resultantes puede variar desde unos pocos micrómetros hasta varios milímetros, dependiendo de la aplicación específica para la que se destine la diatomita.

Proceso de explotación y procesamiento de la Diatomita



La diatomita se utiliza en diversas industrias debido a sus propiedades como su alta porosidad, absorción y filtración. A continuación, se presentan algunas de las industrias y propiedades de aplicación de la diatomita:

1. Filtración: La diatomita se utiliza como filtro en la industria de la cerveza, vino, aceites comestibles, jugos y bebidas, brindando la capacidad de eliminar de manera económica sólidos suspendidos microscópicamente pequeños de grandes volúmenes de líquido.
2. Absorción: Se utiliza para absorber líquidos y gases en la industria química, petroquímica y farmacéutica.
3. Construcción: La diatomita se utiliza como componente en la fabricación de materiales de construcción, como bloques, ladrillos y yeso.
4. Agricultura: Se utiliza como sustrato para cultivos hidropónicos y como aditivo en fertilizantes.
5. Pinturas y recubrimientos: La diatomita se utiliza como pigmento y relleno en pinturas, recubrimientos y barnices.
6. Dentífricos y cosméticos: Se utiliza como abrasivo suave en pasta de dientes y como componente en productos cosméticos.

7. Papel y cartón: La diatomita se utiliza como relleno y pigmento en la fabricación de papel y cartón.

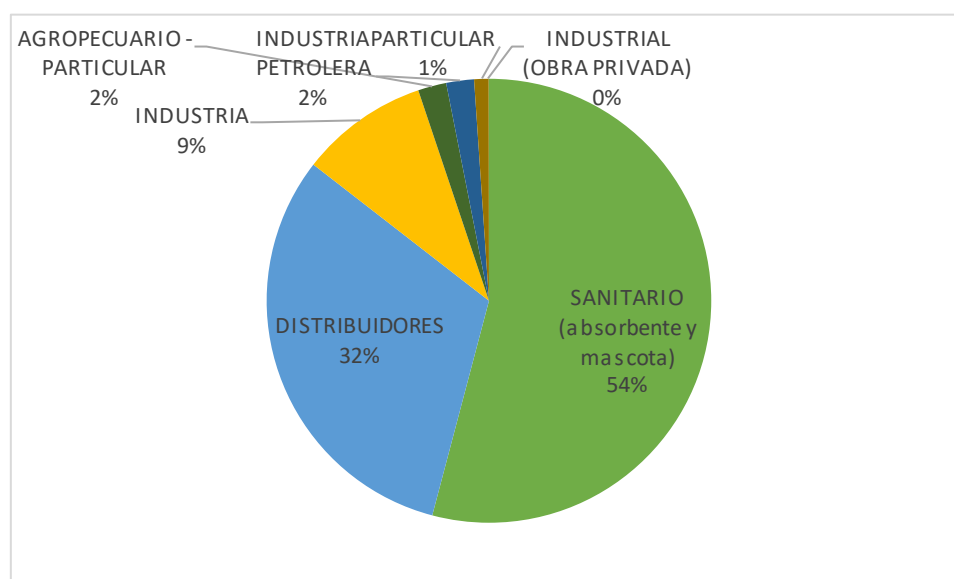
8. Química: Se utiliza como catalizador y soporte en la industria química.

9. Farmacéutica: La diatomita se utiliza como excipiente y como componente en la fabricación de tabletas y cápsulas.

Oportunidades de mejora en la generación de valor

A pesar de los diversos usos y aplicaciones mencionados precedentemente, la diatomita de Río Negro se utiliza predominantemente para higiene, como sanitario para mascotas, absorbente sanitario, camas sanitarias, y muy baja proporción en la industria general y petrolera. En el primer caso, en la industria alimenticia como filtro para las bebidas, aceites o como absorbentes para la industria química o petrolera.

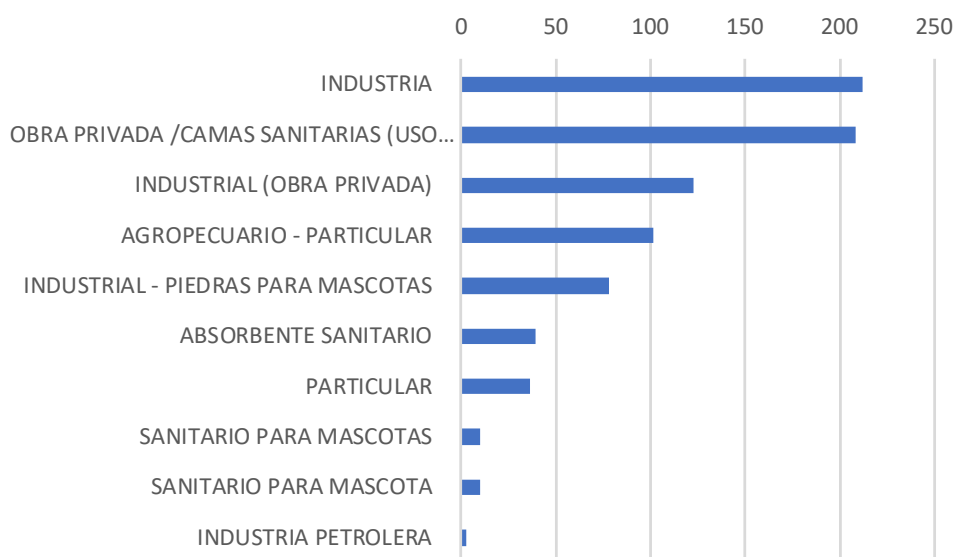
DESTINOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE DIATOMITA DE RÍO NEGRO



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Si se toma en cuenta el valor unitario, se observa que cuentan con un mayor valor para aquellas destinadas a la industria que al resto.

VALOR UNITARIO USD/TN POR DESTINO DE COMERCIALIZACIÓN DE DIATOMITA DE RÍO NEGRO



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Arenas Silíceas

Las arenas silíceas son un tipo de arena compuesta principalmente por dióxido de silicio, que se encuentra en forma de cuarzo. Estas arenas suelen ser de alta pureza y están formadas por granos minerales que han pasado por procesos de erosión y sedimentación, lo que les da su composición y características específicas.

En la provincia de Río Negro ha crecido exponencialmente la explotación y producción de arenas silíceas con el fin de proveer arena de sostén al proceso de fractura hidráulica en los pozos de shale oil en Vaca Muerta.

Cada pozo necesita para su fractura aproximadamente entre 10 mil y 15 mil toneladas de arena de sostén. Para cumplir con dicha cantidad, en cantera debe producirse el doble que luego es procesada. El grano de arena genera que luego de la explosión el conducto quede abierto y no se cierre. Sostiene la abertura para poder extraer el petróleo. Es un insumo fundamental para la producción del pozo petrolero. Las propiedades destacadas de este producto son la granulometría y su resistencia a la compresión.

Proceso productivo de la Arena Silícea:

Luego del proceso de prospección, se realiza la explotación en la cantera con retroexcavadoras y camiones especiales de carga.

Se realiza el transporte a la planta de procesamiento en donde la arena llega con una humedad del 3% o 4%. El siguiente paso es una clasificación húmeda en donde se realiza un proceso de lavado, atrición y separación húmeda según el tamaño de los granos.

La planta de lavado y clasificación húmeda de arena está compuesta por un número de módulos en serie que comienza por la carga de la arena cruda, el paso por zarandas de selección primaria, sector de lavado y separación húmeda con hidrociclones. La planta tiene, asimismo, un conjunto de celdas de atrición compuestas por palas que provocan la fricción mecánica entre los granos a fin de limpiarlos y un banco de espirales para separación de minerales pesados y sedimentos. Además del lavado, los procesos realizados sobre la arena mejoran el perfil granulométrico y la redondez de los granos.

Posteriormente se realiza un proceso de secado y clasificación en seco. El secado se realiza en un horno rotativo que reduce el contenido de humedad hasta el 0,01%. Luego del proceso de secado se realiza una clasificación de la arena a través de zarandas y clasificadores para separar las distintas mallas.

Los principales insumos utilizados en el proceso productivo son combustible, floculantes, mallas para los procesos de clasificación, pelotas esféricas que se insertan en la malla y generan fricción para el proceso de separación como también repuestos de las distintas maquinarias. A su vez, los camiones necesarios para el transporte del producto final como su mantenimiento

El producto final se almacena en silos para luego ser transportado a los pozos petroleros.

En todo el proceso productivo se van generando productos de descarte. Estos productos son insumos posibles para generar otros subproductos como los siguientes:

- Ripio
- Arena para construcción
- Hormigón elaborado
- Cerámica
- Asfalto para rutas
- Vidrio

PROCESO DE EXPLOTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA ARENAS SILICEAS

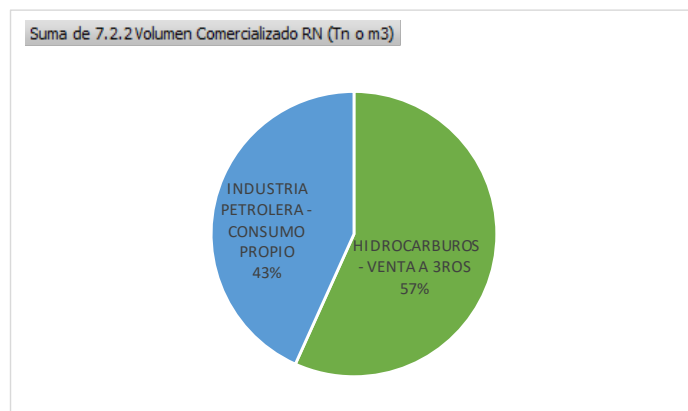


Fuente: Elaboración propia

Oportunidades de mejora

En cuanto a los destinos de comercialización de la producción de origen rionegrino, es exclusiva a la industria petrolera por los elevados volúmenes demandados requeridos según se mencionaba, en promedio unas 10.500 toneladas por pozo, y unas 45.000 toneladas por *pad* de producción que puede llegar a 60.000 en los de mayor volumen. Sin embargo, existe un elevado volumen de descarte o de no calificación, recordemos que se requiere el doble de toneladas de arena para producir una tonelada de arena silícea de especificación para la industria petrolera. A pesar de las diversas aplicaciones para la industria de la construcción o de uso vial, no se está aprovechando dichos mercados.

DESTINOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE ARENAS SILÍCEAS DE RÍO NEGRO



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Esto resulta más llamativo considerando el elevado volumen de arena transportado, y de allí un importante flujo logístico y transporte de volumen vía terrestre que se realiza desde las plantas de arenas silíceas en Allen, Alto Valle, Valcheta y Los Menucos hasta los yacimientos de la formación Vaca Muerta en la provincia de Neuquén, donde recorren como mínimo 120 kilómetros. Un nuevo *pad* de petróleo requiere para sus *set* de fractura hidráulica unos 1.400 camiones de arena, lo que equivale a unos 46 camiones diarios durante un mes entero. Esto genera muchas limitaciones logísticas, considerando que para este tránsito no existe en la actualidad una ruta exclusiva sino que se hace por la ruta provincial 7. A esto, hay que agregar el volumen transportado del yacimiento a planta, que por general, parte de este queda como descarte por estar fuera de especificación.

Resulta oportuno explorar la construcción de rutas alternativas para soportar el flujo de movimiento de volúmenes requeridos para la producción petrolera no convencional considerando que en la medida que avances los trabajos de ampliación de capacidad de transporte existente de Oldelval, como el nuevo oleoducto Vaca Muerta Sur, se podría llegar a duplicar la producción de petróleo no convencional en tres años. Hoy el mercado local demanda aproximadamente unas 4 millones de toneladas de arenas, de las cuales el 50% provinieron de Río Negro durante el año 2023. Para el año 2024, no contamos con los datos cerrados, pero se anticipa que ese mercado se está disputando con la provincia de Entre Ríos y durante el último año Río Negro ha perdido participación. Duplicar la producción Vaca Muerta implica duplicar el volumen de arena transportado actual y por lo tanto el flujo de camiones para abastecerla, pero con la infraestructura actual.

Caolín

El caolín es un mineral industrial compuesto principalmente por caolinita, un tipo de silicato de aluminio hidratado. Las zonas de producción de dicho mineral en la Provincia de Río Negro son Los Menucos y Jacobacci.

PROCESO PRODUCTIVO DEL CAOLÍN

Exploración: Se realizan estudios geológicos y sondeos para identificar yacimientos a través de métodos geofísicos, de muestreo superficial y perforaciones. Una vez identificado el yacimiento se realiza el destape que consiste en la remoción del material estéril (suelo, vegetación y roca sin valor económico) que cubre el depósito de caolín. En este proceso se utilizan retroexcavadoras y camiones de carga para transportar el material estéril.

Luego se realiza la etapa de extracción del mineral en donde el método más usual es el de cielo abierto ya que el mineral se encuentra cercano a la superficie.

A través de camiones el mineral es transportado a la planta de procesamiento en donde se realiza un primer proceso de trituración primaria en máquinas trituradoras de mandíbula o de impacto. Luego, se realiza un proceso de molienda fina en molinos de rodillo o de bolas para generar distintos tipos de tamaño dependiendo la especificación técnica necesaria.

Luego de la molienda hay un proceso de lavado y clasificación en donde se le agrega agua para eliminar impurezas como arena, cuarzo y óxidos. Este proceso se realiza en hidrociclones y tanques de agitación.

Por último, se realiza un proceso de secado en secadores rotativos o máquinas de secado para luego realizar el empaque, almacenamiento y distribución.



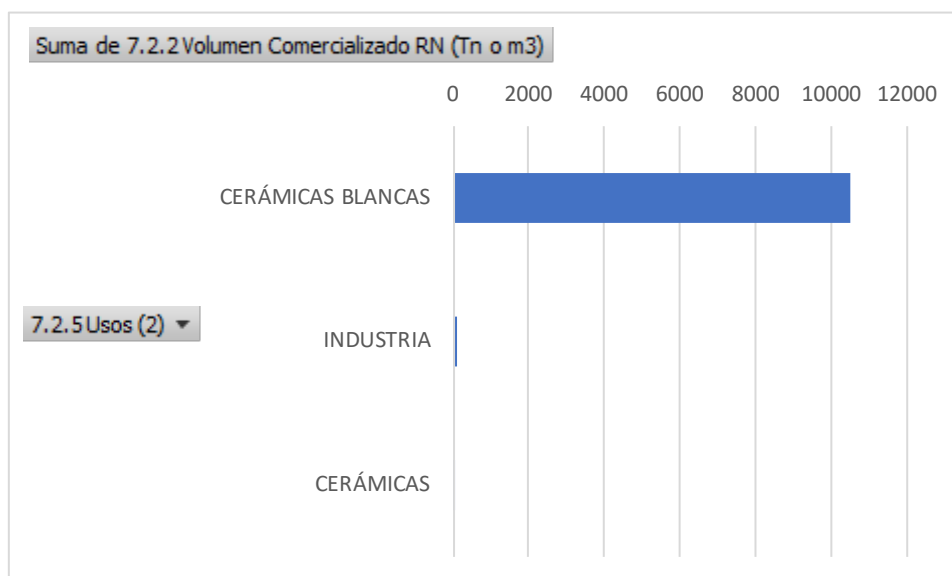
Fuente: Elaboración propia

Dentro de las aplicaciones industriales para el caolín se pueden mencionar las siguientes:

- Fabricación de papel y cartón ya que debido a la blancura y forma del mineral es apto para el relleno del espacio entre las fibras de celulosa.
- Extendedor para pigmentos colorantes en la industria de la pintura
- Uso medicinal y farmacéutico para elaboración de tabletas, polvos de uso medicinal, jabones y otros productos farmacéuticos.
- Fabricación de porcelana, cerámica y productos refractarios.
- Construcción: usado en fabricación de cementos especiales y en aditivos para pintura.

Los usos actuales del caolín de origen de la provincia de Río Negro se da en forma predominante para la elaboración de cerámicas blancas y otras cerámicas, quedando mercados potenciales como sectores de papel, uso medicinal, pintura, entre otros.

DESTINOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE CAOLÍN DE RÍO NEGRO



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Sal

En la provincia de Río Negro, la producción de sal se concentra principalmente en las Salinas del Gualicho, un importante yacimiento ubicado cerca de la ciudad de San Antonio Oeste. Este salar es uno de los más grandes de Sudamérica, con más de 2.000 km, y produce aproximadamente 545.000 toneladas anuales de sal, posicionando a Río Negro como una de las principales provincias productoras de sal en el país.

Características del Salar El Gualicho

- Se encuentra en una depresión a 72 metros por debajo del nivel del mar, lo que le otorga un microclima único.
- La sal extraída se utiliza para múltiples fines, desde consumo humano y usos industriales hasta aplicaciones químicas, como la producción de carbonato de sodio por la empresa local Álcalis de la Patagonia (ALPAT)

Proceso de extracción

1. Destape: Remoción de capas superficiales para acceder al mineral. En este proceso se utilizan retroexcavadoras y palas mecánicas en conjunto con camiones de volteo para transportar los materiales removidos. El principal insumo es el combustible diésel necesario para maquinaria pesada.
2. Cosecha de sal: La sal se recolecta de manera mecanizada en períodos de acumulación salina. La recolección de sal generalmente se realiza durante **la temporada seca**, que en la región de la Patagonia abarca los meses de **primavera y verano** (de septiembre a marzo). Este período favorece la evaporación natural del agua y la cristalización de la sal en la superficie del salar

debido a las condiciones climáticas de alta temperatura y baja humedad. La maquinaria utilizada son cosechadoras salinas con rodillos o cuchillas y tractores con remolques. Los principales insumos son los repuestos de maquinarias y lubricantes, como así también la utilización de agua para reducir el polvo en la recolección.

3. Transporte a planta de procesamiento: La sal extraída se transporta desde el salar a las plantas de procesamiento, ubicadas cerca de San Antonio Oeste, en camiones de alta capacidad con optimización para evitar contaminación del material.
4. Procesamiento: En la planta, la sal pasa por:
 - i) **Lavado** para remover impurezas.
 - ii) **Secado** para reducir la humedad residual.
 - iii) **Molienda y tamizado** para clasificar el producto según granulometría y según su uso (alimenticio, industrial)
 - iv) **Yodado** (para sal de mesa), mediante la adición de pequeñas cantidades de yodato de potasio.

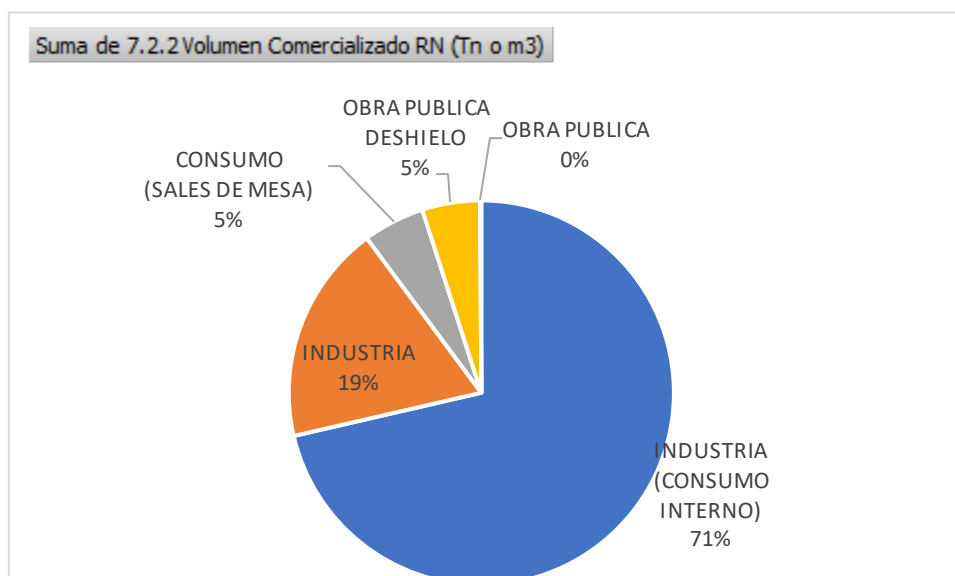
Los principales insumos son agua, energía eléctrica y químicos como el yodato de potasio mencionado previamente. La maquinaria utilizada principalmente son secadores rotativos, molinos y tamices vibratorios como así también equipos automáticos de envasado.

Por último, La sal extraída se clasifica en:

- **Sal para consumo humano:** Envasada como sal de mesa, refinada y yodada.
- **Sal industrial:** Usada en química, descongelantes y procesamiento de alimentos.
- **Sal para usos específicos:** Incluyendo aplicaciones agrícolas y en tratamiento de aguas.

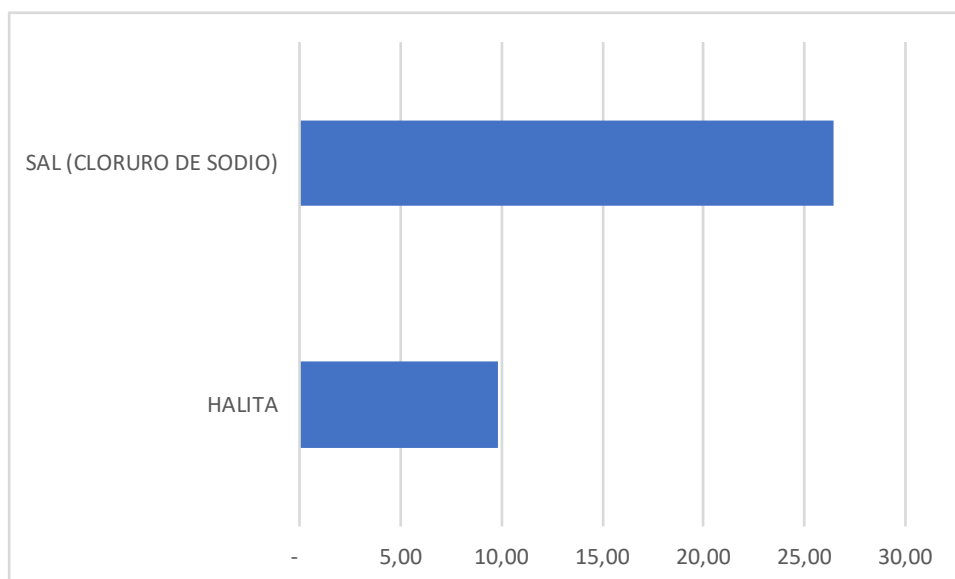
Los destinos de comercialización de la sal mayormente son para consumo interno de la industria química para la producción de cloro y soda caustica por parte de la empresa Unipar Indupa. La sal común es el principal insumo para la producción de sal muera que se utiliza en el proceso de electrólisis para producir cloro como también de soda caustica que se utiliza luego como insumo para la producción de jabón.

DESTINOS DE LA COMERCIALIZACIÓN DE SAL DE RÍO NEGRO



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

VALOR UNITARIO USD/TN POR TIPO DE COMERCIALIZACIÓN



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Rocas de Aplicación

El proceso de extracción de las rocas de aplicación, que son utilizadas principalmente en la construcción y la ornamentación, sigue varias etapas clave. A continuación, se describe el proceso general:

Prospección y Exploración

- **Identificación de Yacimientos:** Se lleva a cabo la prospección para identificar áreas con depósitos potenciales de rocas de aplicación, como granito, mármol, pizarra o caliza. Se realizan estudios geológicos y sondeos para determinar la cantidad, calidad y accesibilidad del material.

Explotación

Métodos de Extracción:

- **Cielo Abierto:** Es el método más común para extraer rocas de aplicación. Implica la remoción de la capa superficial del suelo y de las rocas sin valor económico (estéril) para acceder al yacimiento. Se utilizan explosivos controlados para fragmentar grandes bloques de roca.
- **Corte y Extracción:** En el caso de rocas ornamentales como el mármol o el granito, se utilizan técnicas de corte con sierras de hilo diamantado o discos de corte para extraer grandes bloques de roca. Estos bloques se transportan a plantas de procesamiento.

Procesamiento

- **Corte y Dimensionado:** Una vez extraídos, los bloques de roca son llevados a talleres donde se cortan en los tamaños y formas requeridos según su aplicación final. Este proceso puede incluir el corte con sierras, el dimensionado de bloques, y el desbaste de superficies.
- **Pulido y Acabado:** Las rocas ornamentales suelen someterse a procesos de pulido para mejorar su apariencia y durabilidad. Se utilizan pulidoras que emplean abrasivos de diferentes granos para lograr una superficie lisa y brillante.
- **Clasificación:** Las rocas se clasifican según su calidad, color, y tamaño para ser destinadas a diferentes aplicaciones, ya sea en construcción o decoración.

Envasado y Transporte

- **Embalaje:** Los productos finales, como losas de mármol o granito, se embalan cuidadosamente para evitar daños durante el transporte.
- **Transporte:** Las rocas procesadas se transportan a los mercados locales o internacionales para su venta.

Principales rocas de aplicación de la Provincia de Río Negro

Las rocas de aplicación que actualmente produce la Provincia de Río Negro son principalmente yeso y áridos.

Yeso

El mineral de yeso, también conocido como yeso natural o sulfato de calcio dihidratado, es un mineral compuesto por sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Es un mineral blando, blanco o incoloro, que se encuentra comúnmente en depósitos sedimentarios.

El yeso se forma cuando el agua del mar o de lagos evaporándose deja atrás sulfato de calcio, que se precipita en forma de cristales. También se puede formar a través de la oxidación de la pirita (sulfuro de hierro) en presencia de agua y oxígeno.

El yeso tiene varias propiedades que lo hacen útil en diversas aplicaciones:

1. Blandura: El yeso es un mineral blando, con una dureza de 2 en la escala de Mohs.
2. Solubilidad: El yeso es ligeramente soluble en agua.
3. Densidad: La densidad del yeso es de aproximadamente 2,3 gramos por centímetro cúbico.
4. Punto de fusión: El punto de fusión del yeso es de aproximadamente 1450°C.
5. Estabilidad química: El yeso es estable químicamente y no reacciona con la mayoría de los ácidos y bases.
6. Absorción de agua: El yeso puede absorber hasta un 20% de su peso en agua sin disolverse.
7. Retención de agua: El yeso puede retener agua en su estructura, lo que lo hace útil en aplicaciones como la fabricación de yeso para la construcción.
8. Conductividad térmica: El yeso tiene una baja conductividad térmica, lo que lo hace útil en aplicaciones de aislamiento térmico.
9. Resistencia a la compresión: El yeso tiene una resistencia a la compresión moderada, lo que lo hace útil en aplicaciones como la fabricación de yeso para la construcción.
10. Durabilidad: El yeso es un material durable y resistente a la erosión y la degradación.

Es importante destacar que las propiedades del yeso pueden variar dependiendo de su pureza, tamaño de partícula y tratamiento térmico.

El proceso de producción del mineral de yeso implica varias etapas:

1. Extracción: Luego de la perforación y la etapa de muestreo del terreno, el yeso se extrae a través de un proceso de destape y luego se realizan una serie de pozos en donde se llena con dinamita para el proceso de voladura.
2. Acopio y Trituración primaria y secundaria: El yeso extraído se acopia y se tritura en trozos más pequeños para facilitar el proceso de molienda. El triturado se realiza con al menos dos retroexcavadoras (una encargada de martillar y triturar la piedra y la otra encargada de cargarla en camiones para su transporte a planta). Luego del triturado primario cerca del yacimiento se traslada a planta para un triturado secundarios. Se utilizan distintas trituradoras con diversos tamaños para la reducción del volumen del yeso.
3. Molienda: Los trozos de yeso se muelen en un molino hasta obtener un polvo fino.
4. Clasificación: El polvo de yeso se clasifica según su tamaño y pureza para obtener diferentes grados de yeso.
5. Purificación: El yeso puede someterse a un proceso de purificación para eliminar impurezas y mejorar su calidad.

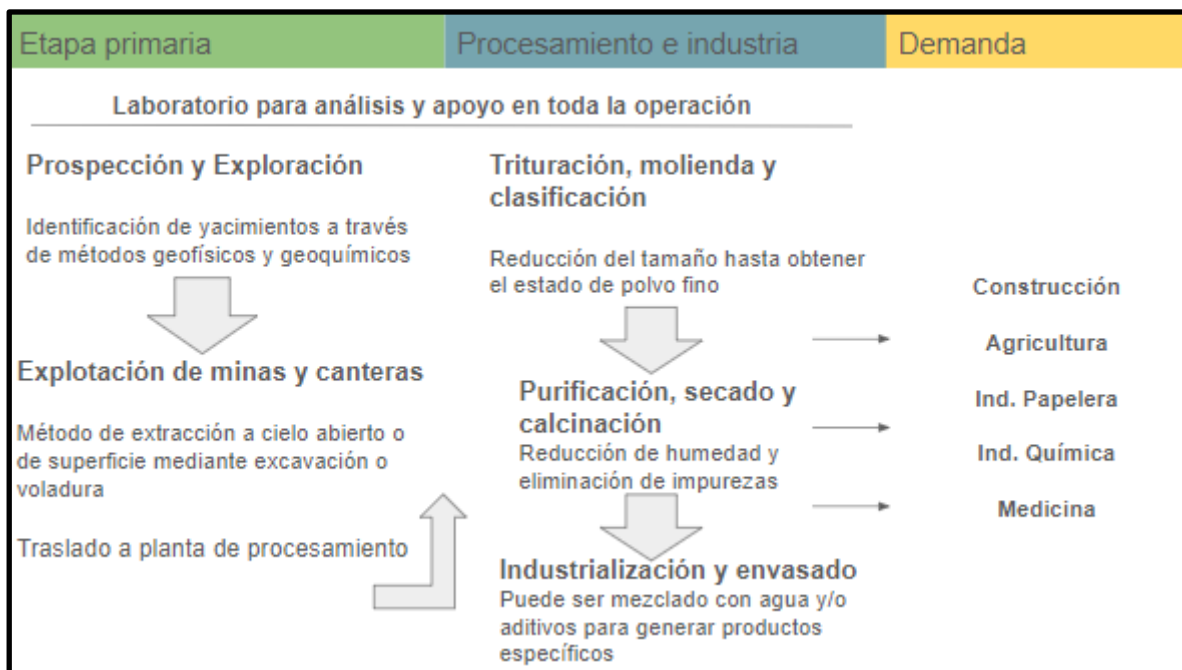
6. Secado: El yeso puede ser secado para reducir su contenido de humedad y mejorar su almacenamiento y transporte.
7. Envasado y distribución: El yeso se envasa y se distribuye a los clientes para su uso en diversas aplicaciones.

El proceso de producción del yeso también puede incluir etapas adicionales, como:

- Calcinación: El yeso se calienta a altas temperaturas para producir yeso calcinado, que se utiliza en la fabricación de yeso para la construcción.
- Molienda adicional: El yeso puede ser molido adicionalmente para obtener un polvo más fino y uniforme.
- Mezcla con otros materiales: El yeso puede ser mezclado con otros materiales, como agua o aditivos, para producir productos específicos.

En cuanto a sus insumos principales se encuentran el combustible para los camiones y maquinaria, los repuestos de máquinas. El traslado del producto en cada proceso se realiza con camiones propios. Mientras que el traslado del producto final lo realiza la empresa que compra el producto.

PROCESO DE EXPLOTACIÓN Y PROCESAMIENTO DEL YESO



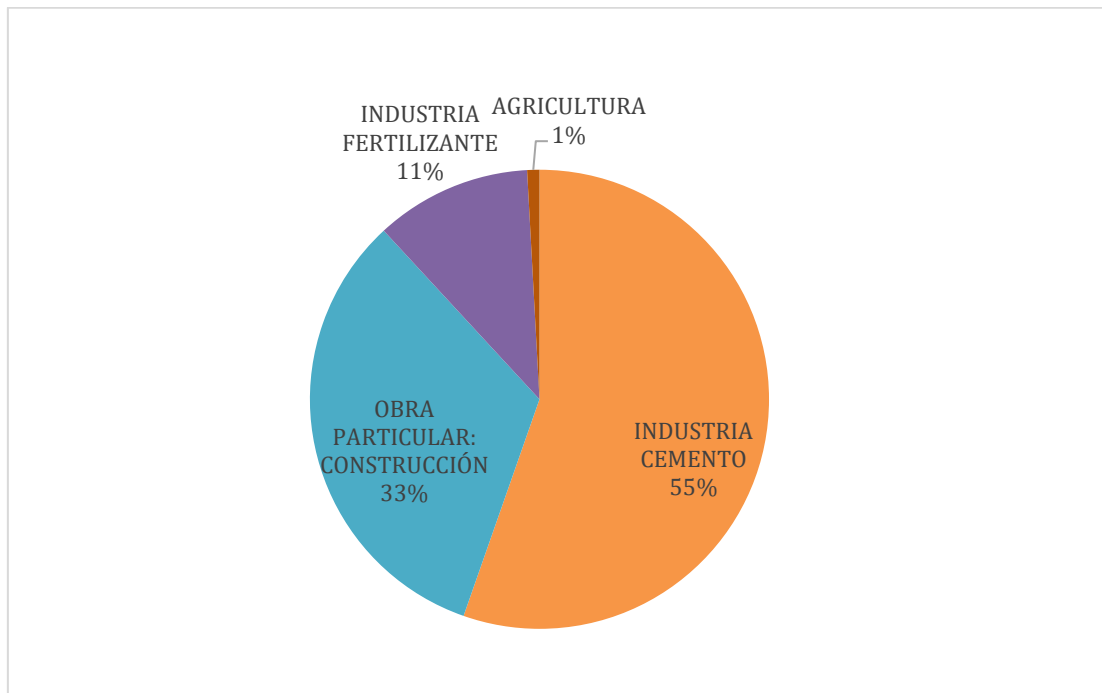
Fuente: Elaboración propia

El yeso tiene varias aplicaciones importantes:

1. Fabricación de yeso: Se utiliza para producir yeso para la construcción, que se utiliza para hacer yeso, molduras y otros productos de construcción.
2. Agricultura: Se utiliza como enmienda para suelos ácidos y para proporcionar calcio y azufre a las plantas.

3. Industria papelera: Se utiliza como relleno y pigmento en la fabricación de papel.
4. Industria química: Se utiliza como materia prima para la producción de ácido sulfúrico, sulfato de sodio y otros productos químicos.
5. Medicina: Se utiliza en la fabricación de yeso para yesos y escayolas para proteger y estabilizar huesos rotos.

DESTINOS DE COMERCIALIZACIÓN DE YESO DE RÍO NEGRO

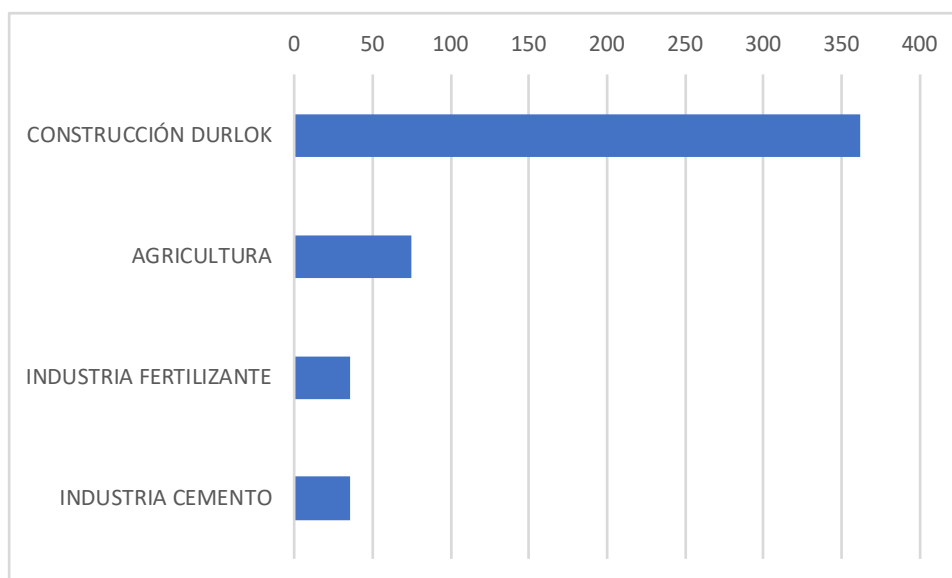


Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Oportunidades de mejora en la generación de valor

El yeso de Río Negro está siendo utilizado mayormente para la construcción en un 88% como destino de la producción, aunque no se está aprovechando las propiedades que posee para la agricultura, considerando el importante mercado que cuenta la región pampeana tanto en la provincia de Buenos Aires, como en Córdoba, Santa Fe y La Pampa. Este sería un interesante mercado para explorar. Sin embargo, puede verse que el precio unitario de venta resulta sensiblemente superior para aquel destinado a la construcción en forma de placas como puede verse a continuación, por lo que hay oportunidades para lograr una mayor especialización y vender el producto al exterior.

VALOR UNITARIO USD/TN POR TIPO DE COMERCIALIZACIÓN



Fuente: elaboración propia en base a declaraciones de productores de Río Negro

Áridos

Los minerales del ámbito de los áridos son un conjunto de fragmentos de materiales pétreos suficientemente duros que son estables e inertes a los cementos y mezclas asfálticas. Se utilizan en la fabricación del hormigón y bases estabilizadas. Estos se originan por la fragmentación de distintas rocas de la corteza terrestre, ya sea en forma natural o industrializada. En este último caso se involucran procesos de chancado y trituración en las plantas de beneficio.

Los áridos son materiales granulares que se utilizan en la construcción, como la arena, la grava, y la piedra triturada. Estos materiales son esenciales para la elaboración de hormigones, morteros, y asfaltos, y se obtienen principalmente a través de la explotación de canteras y graveras.

Tipos de áridos en minería:

1. **Arena:** Material granular fino que se utiliza en la construcción para la elaboración de hormigones, morteros, concretos y otros productos de construcción.
2. **Grava:** Fragmentos de roca de tamaño intermedio, usualmente entre 2 y 64 mm, utilizados para la construcción de carreteras, rellenos y como componente del concreto.
3. **Piedra triturada:** Roca que se ha triturado para obtener fragmentos de diferentes tamaños, utilizada en la construcción de bases y sub-bases de carreteras, así como en la fabricación de concreto.

Estos materiales son insumos en la industria de la construcción, aportando las propiedades necesarias para la resistencia, durabilidad y estabilidad de las estructuras.

A continuación, se describen los pasos principales en la extracción y procesamiento de los minerales áridos:

Exploración: Se realiza un estudio geológico para identificar depósitos de áridos y evaluar su viabilidad económica. Esto incluye la toma de muestras para analizar la calidad y las reservas del material.

Explotación en canteras: En el caso de áridos como la piedra triturada, la extracción se realiza en canteras a cielo abierto mediante voladuras controladas o el uso de maquinaria pesada (excavadoras, palas, etc.) para desprender grandes bloques de roca.

Explotación en graveras: Para materiales como la grava y la arena, la extracción puede realizarse en graveras, donde se excavan directamente los depósitos naturales. En algunos casos, se utilizan dragas si los depósitos se encuentran bajo agua.

Transporte a la planta de procesamiento:

Una vez extraído, el material se transporta a la planta de procesamiento. Este transporte puede realizarse mediante camiones, cintas transportadoras o, en algunos casos, barcazas si se trata de explotaciones cercanas a cuerpos de agua.

Trituración primaria:

Los bloques grandes de roca se trituran en una primera fase para reducir su tamaño a fragmentos más manejables. Esto se realiza en una trituradora primaria, que generalmente es una trituradora de mandíbulas o de impacto.

Clasificación y cribado:

Cribado: El material triturado se pasa por una serie de cribas o zarandas para separar los áridos según su tamaño. Este proceso permite obtener diferentes fracciones de material, como arena fina, grava media o piedra más gruesa.

Lavado: En algunos casos, los áridos se lavan para eliminar impurezas como arcillas o materia orgánica. Este proceso es común en la producción de arena y grava para garantizar que el producto final sea de alta calidad.

Trituración secundaria y terciaria:

Trituración secundaria: Si se requiere un tamaño más pequeño, el material pasa por una trituradora secundaria, que puede ser de cono o de rodillos, para reducir aún más su tamaño.

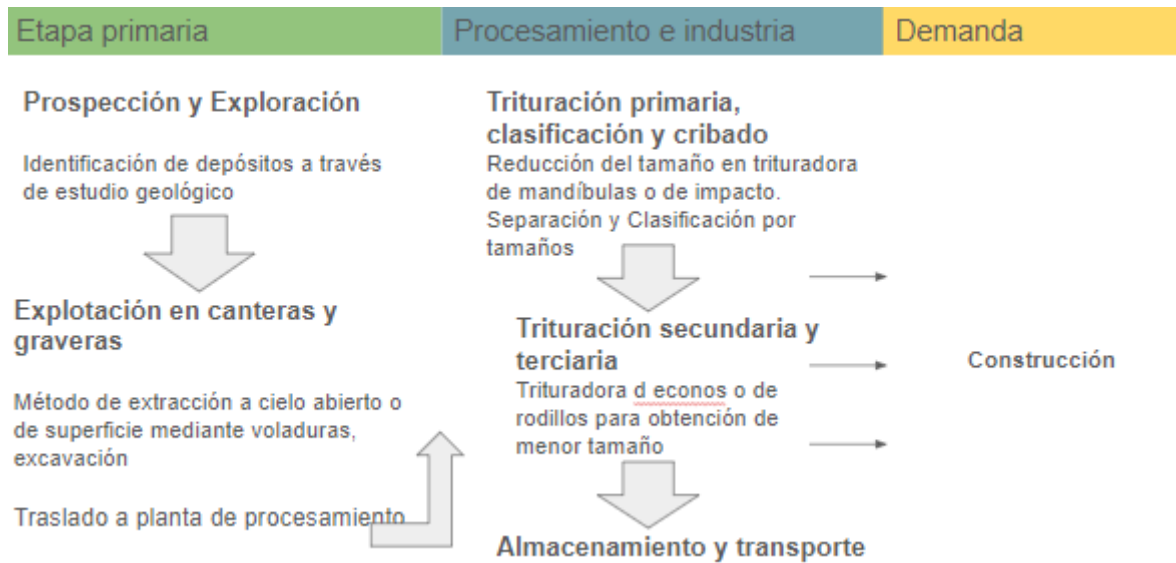
Trituración terciaria: Para obtener un material aún más fino, se puede utilizar una tercera fase de trituración. Esto es común en la producción de arena triturada.

Almacenamiento y transporte del producto final:

Almacenamiento: Los áridos clasificados se almacenan en diferentes pilas o silos según su tamaño y tipo. Desde aquí, están listos para ser transportados al lugar de uso.

Transporte: El producto final se transporta a los clientes mediante camiones, trenes o barcos, dependiendo de la ubicación de la cantera y la distancia a los sitios de construcción o plantas de concreto.

PROCESO DE EXPLOTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS ÁRIDOS



Fuente: elaboración propia

A continuación, a modo de resumen se muestran los principales usos y aplicaciones por mineral

MINERALES NO METALÍFEROS Y ROCAS DE APLICACIÓN EN PERSPECTIVA COMPARADA.

Mineral/Roca	Ubicación	Producción	Usos y Aplicaciones Industriales
Sal Común	Salina El Gualicho, Gran Bajo del Gualicho, centro-norte de Río Negro	870.805 toneladas (2023)	Fabricación de hipoclorito de sodio, soda cáustica, carbonato de sodio, anticongelante en carreteras, saponificación en jabones, reactivo electrolítico, conservación alimentaria
Yeso	General Roca, Allen, Confluencia	229.095 toneladas (2023)	Fabricación de placas de yeso para construcción, retardador en cemento Portland, mejorador de suelos agrícolas
Bentonita	Lago Pellegrini, Allen, Cinco Saltos, General Roca	158.273 toneladas (2023)	Aglomerante en arenas de moldeo, lodos de perforación en la industria petrolera, impermeabilización en obras civiles, pelletización de minerales de hierro, aditivo en fertilizantes
Arcillas	Pilcaniyeu, Ñorquincó, General Roca, Allen, Cinco Saltos, Catriel	132.654 toneladas (2023)	Fabricación de ladrillos cerámicos, azulejos, vajillas, cerámica blanca de alta gama
Caolín	Los Menucos, Aguada de Guerra, Mamuel Choique	14.620 toneladas (2023)	Fabricación de cerámica sanitaria, azulejos, loza, porcelanas, carga en papel y pinturas, fabricación de productos de caucho
Diatomita	Ingeniero Jacobacci, Calcatreu, Fitaruin	157.509 toneladas (2023)	Material filtrante en industria alimentaria, absorbente en productos de sanidad para mascotas, fabricación de productos aislantes térmicos y acústicos
Caliza	Aguada Cecilio, Valcheta	392.430 toneladas (2023)	Producción de carbonato de sodio, fabricación de cemento, producción de cal para construcción, enmienda agrícola para suelos ácidos
Arenas Silíceas	Corral de Piedra, Bajo Santa Rosa	2.247.603 toneladas (2023) Volumen significativo para fracking en Vaca Muerta	Fracturación hidráulica, fabricación de vidrio, producción de cerámica, fundición de metales
Fluorita	Sudeste de Río Negro	413 toneladas (2023)	Fundente en producción de acero, fabricación de vidrio, producción de ácido fluorhídrico
Baritina	Precordillera y Cuenca Neuquina	s/d	Aditivo en lodos de perforación petrolera, relleno en pinturas, caucho, plásticos, fabricación de vidrios, aplicaciones radiológicas
Canto Rodado (Grava)	Zonas cercanas al río Negro	619.084 toneladas (2020). El dato correspondiente a 2023 aparece consolidado junto a arena para la construcción bajo el concepto de "aridos". Dicho cifra asciende a 853.452 toneladas.	Construcción de infraestructura vial, elaboración de hormigón
Piedra Laja	Comallo, Los Menucos, Ingeniero Jacobacci	4.559 toneladas (2023)	Revestimientos externos e internos, pavimentación, mampostería, construcción de pisos
Pórfidos	Los Menucos, Sierra Colorada, Valcheta, Sierra Grande, Ingeniero Jacobacci	168 toneladas (2023)	Fabricación de baldosas, placas de revestimiento, pavimentos
Carbonatita	No especificado en el texto	s/d	Producción de cemento, magnesia cáustica, magnesia refractaria, enmiendas agrícolas

Fuente: elaboración propia

Análisis de oportunidades de negocios en minerales industriales y rocas de aplicación

La provincia de Río Negro posee un significativo potencial en la producción de minerales industriales y rocas de aplicación, impulsado por una creciente demanda global. Esta sección del documento explora las oportunidades de negocio para minerales específicos como la bentonita, diatomita, caolín, yeso, halita y arenas silíceas, destacando el panorama económico global, las oportunidades y los desafíos para cada uno.

Bentonita

Según el U.S. Geological Survey, las reservas mundiales de bentonita alcanzaron las 20.300 miles de toneladas métricas en 2023. Sin embargo, sólo cinco países concentraron cerca del 70% de ellas: EE. UU. (4.360 miles de tnm), India (3.700 miles de tnm), Turquía (2.490 miles de tnm), China (2.100 miles de tnm) y Grecia (1.110 miles de tnm).

En términos de comercio exterior, según los datos del Observatorio de Complejidad Económica (OEC), para el mismo año se comercializó internacionalmente bentonita por U\$S 1.150 millones.

Los principales países exportadores fueron EE. UU. (U\$S197M), Turquía (U\$S194M), China (U\$S122M), India (U\$S106M), y Países Bajos (U\$S77,6M), mientras que los países que más importaron el mineral fueron Alemania (U\$S112M), Canadá (U\$S80,9M), Países Bajos (U\$S80,5M), Francia (U\$S43,8M), y Italia (U\$S40,2M).

En este marco, la consultora Grand View Research detalló que, en 2023 el mercado global de bentonita alcanzó un valor cercano a los U\$S 2.440 millones, el cual puede analizarse desde distintos ángulos.

Desde la mirada por tipo de producto, la bentonita sódica representó para ese mismo año el 65% de la demanda, atribuible a su uso generalizado en la industria del petróleo y gas así como de la construcción.

Ello se debe a que, en la actividad hidrocarburífera, la bentonita sódica es un componente crítico en los fluidos de perforación, donde actúa como viscosificador, agente de suspensión y lubricante, mejorando la eficiencia y la seguridad de las operaciones de perforación.

En el sector vinculado a la arquitectura y obra civil, el mineral es utilizado como sellador, aglutinante y absorbente en diversas aplicaciones, como la producción de hormigón, asfalto y revestimientos de arcilla geosintética.

En términos de aplicaciones, el sector de arenas de fundición acaparó el 23% de los ingresos globales en 2023. Ello es atribuible a la creciente demanda de bentonita en la preparación de arena de moldeo que se utiliza en la fabricación de piezas fundidas de hierro, acero y no ferrosos. Sus propiedades únicas de la arena de fundición, como su fuerte capacidad de flujo y estabilidad térmica, la convierten en un aglutinante esencial que ayuda a producir moldes de arena verde de calidad superior.

En relación al análisis por región, en 2023 Europa significó el 33% del mercado, debido a los amplios depósitos de bentonita de alta calidad ubicados en países como Grecia, Alemania e Italia.

En este contexto, se espera que el mercado supere los U\$S 3.650 millones para 2030, desarrollo impulsado por actividades económicas como: construcción, petróleo y gas, fundición de metales, cuidado de mascotas y agroindustria, principalmente.

No obstante lo anterior, Río Negro posee una serie de ventajas que le permiten capitalizar esta tendencia:

- 1) Abundancia del Mineral: la provincia produce casi 160.000 toneladas anuales de bentonita, superando ampliamente la producción de otras jurisdicciones argentinas como Neuquén y San Juan. Esta producción, que lleva 60 años de actividad ininterrumpida en la provincia, se concentra principalmente en la zona de Lago Pellegrini, donde se encuentran yacimientos de bentonita sódica natural, una variedad altamente valorada por sus aplicaciones industriales.
- 2) Ubicación Estratégica: la cercanía de Río Negro a la formación de Vaca Muerta, importante centro de producción de hidrocarburos facilita la integración con la cadena de suministro de este sector. Esto abre la posibilidad de establecer alianzas estratégicas con empresas petroleras y distribuidores, tanto locales como internacionales.
- 3) Potencial de Exportación: La bentonita rionegrina tiene un amplio mercado potencial en países de LATAM, donde la inversión en infraestructura y la demanda de este mineral se encuentran en crecimiento. Brasil, por ejemplo, es uno de los principales destinos de la bentonita rionegrina, vinculado especialmente a la industria de fundición metalúrgica y, en menor medida, al sector hidrocarburífero donde se utiliza en el sellado de perforaciones. Se destaca que, en 2023, las exportaciones alcanzaron los U\$S 10,1 millones, contribuyendo con el 84,9% de las exportaciones totales del sector minero de la jurisdicción.
- 4) Diversificación de Mercados: cómo se mencionó anteriormente, además de su uso en la industria petrolera y la fundición, la bentonita rionegrina puede ser aprovechada en sectores como la agricultura, la alimentación animal, la cosmética y la farmacéutica. La creciente demanda de productos naturales en estos mercados, especialmente en América del Norte y Europa, representa una oportunidad para exportar bentonita procesada de alto valor agregado.

La combinación de la abundancia de bentonita, la ubicación estratégica y la diversificación de mercados posiciona a Río Negro como un potencial proveedor clave de este mineral. La provincia tiene la capacidad de abastecer la demanda nacional e internacional, generando un impacto positivo en la economía regional.

Desafíos

A pesar del gran potencial de la bentonita rionegrina, existen desafíos que deben ser abordados para consolidar su posición en el mercado:

- 1) Competencia Internacional: el mercado internacional de la bentonita es competitivo, con EEUU, Turquía y China como principales productores. Río Negro debe asegurar la calidad y competitividad de su bentonita para destacarse en este mercado.
- 2) Innovación Tecnológica: la inversión en innovación tecnológica es crucial para mejorar la eficiencia en la extracción y procesamiento de la bentonita, así como para desarrollar nuevas aplicaciones y productos de alto valor agregado.
- 3) Infraestructura: si bien Río Negro cuenta con una ubicación estratégica, se necesita invertir en infraestructura para el transporte y la logística, asegurando el acceso a los mercados nacionales e internacionales de manera eficiente. Por ejemplo, se podrían llevar adelante inversiones de mejoramiento y desarrollo de vías férreas para complementar o incluso sustituir el transporte terrestre vía camiones, lo que permitiría no sólo reducir los costos logísticos sino también los tiempos de traslado, para envíos de largas distancias.
- 4) Sostenibilidad: es fundamental que la producción de bentonita se realice de manera sostenible, minimizando el impacto ambiental y promoviendo prácticas responsables. El mercado de la bentonita enfrenta una creciente presión regulatoria en torno a la sostenibilidad, especialmente en Europa y América del Norte, donde las normativas exigen prácticas mineras responsables y el reciclaje eficiente de residuos.

En este contexto, la implementación de estándares ambientales rigurosos le permitiría a Río Negro competir en mercados con regulaciones estrictas, aumentando su atractivo tanto para consumidores como para los organismos controlantes. A su vez, es relevante la incorporación de energías renovables en los procesos productivos, permitiendo no solo reducir la huella de carbono de la actividad minera, sino que también proporciona una ventaja competitiva en un entorno donde los estándares ambientales son cada vez más exigentes. Asimismo, el crecimiento de la demanda global de tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales impulsa el uso de bentonita, gracias a su alta capacidad de absorción. En este sentido, la producción de bentonita en Río Negro podría alinearse con iniciativas de tratamiento de aguas en la región, en particular en la cuenca del río Limay y otras fuentes hídricas. Además, las innovaciones en la modificación química de la bentonita optimizan su compatibilidad con polímeros biodegradables, lo que la posiciona como un material esencial para el desarrollo de empaques sostenibles. En este sentido, el impulso de una industria local de empaques biodegradables en Río Negro podría fortalecer la economía regional, promoviendo la inversión en fábricas que utilicen bentonita como insumo principal. Esto no sólo consolida una cadena de valor sostenible, sino que también fomentaría el empleo y el desarrollo industrial en la provincia.

Diatomita

Para cubrir los diferentes tipos de demandas, en 2023 se llevó adelante una producción mundial de 3.010 miles de toneladas métricas, según el U.S. Geological Survey. Se destaca que cuatro países acumularon más del 90% de la producción: EE.UU (849 miles de tnm), China (370 miles de tnm), Dinamarca (530 miles de tnm) y Turquía (240 miles de tnm).

La región Asia-Pacífico lidera el consumo de diatomita, con China, India y Japón impulsando su uso en agricultura, construcción y filtración. Europa también representa un mercado estratégico, especialmente en aplicaciones de filtración, agricultura orgánica y materiales sostenibles para la construcción. En América Latina, el crecimiento urbano e industrial en países como Brasil, México y Colombia ha generado un aumento en la demanda de este mineral, especialmente en sectores vinculados a la infraestructura.

En términos de ventas externas, la diatomita rionegrina posee un notable potencial de expansión, en especial en el mercado externo. Sin embargo, en 2023, las exportaciones totalizaron apenas USD 1 millón, mismo monto que en 2023 y se repite en 2024, siendo que se mantienen estancadas. Brasil es el principal destino: 83,5% del total.

La diatomita rionegrina se utiliza en una amplia gama de sectores, lo que permite diversificar los mercados y reducir la dependencia de un solo sector. El mercado global de la diatomita se encuentra en expansión, impulsado por la creciente demanda en sectores como la filtración, la construcción, la agricultura y el control de plagas. Río Negro tiene la oportunidad de capitalizar esta tendencia y consolidar su posición como un proveedor clave de diatomita a nivel nacional e internacional:

Alimentos y bebidas: La diatomita es un insumo clave en la industria de alimentos y bebidas, utilizada principalmente en la clarificación de líquidos como jugos, aceites y cervezas. Su capacidad para eliminar partículas finas y mejorar la transparencia del producto final la convierte en un elemento indispensable en los procesos de filtración. En un contexto de creciente demanda global por alimentos procesados con estándares más estrictos de calidad y eficiencia, su uso se ha consolidado en la industria. Argentina, como uno de los principales productores y exportadores de productos alimenticios en la región, presenta una oportunidad estratégica para que la provincia de Río Negro se posicione como un proveedor clave de diatomita tanto en el mercado local como en mercados de exportación en América Latina.

De hecho, las propiedades de la diatomita permiten optimizar distintos procesos industriales, como la estabilización de proteínas en cervezas o la extensión de la vida útil en aceites comestibles. Empresas multinacionales, como IMERYS, han desarrollado innovaciones en este campo, con productos como la línea Celite Cynergy, que combina filtración y estabilización en frío, mejorando la eficiencia productiva y reduciendo residuos. La proximidad de Río Negro a los principales polos industriales y de exportación le otorga una ventaja competitiva para el abastecimiento de este insumo a la industria alimentaria.

Tratamiento de agua: La necesidad de garantizar el acceso a agua limpia, especialmente en mercados en desarrollo como Brasil y Chile, ha impulsado la adopción de tecnologías de filtración basadas en este mineral. Su alta porosidad y baja densidad

lo convierten en una opción eficiente para la eliminación de sólidos microscópicos, fortaleciendo su aplicación en sistemas de purificación de agua potable. A nivel estratégico, la consolidación de alianzas con empresas de tratamiento de agua permitiría a la industria rionegrina expandirse en estos mercados y adaptarse a las normativas internacionales, asegurando una oferta competitiva.

Construcción: también representa una oportunidad de crecimiento para la producción de diatomitas. Su uso como aditivo en la fabricación de cemento y hormigón mejora la durabilidad y resistencia del material, además de reducir su impacto ambiental. En particular, la demanda global por infraestructura sostenible ha incentivado la incorporación de materiales con mejores propiedades térmicas y acústicas. Investigaciones recientes, como la de Hassan et al. (2024), han explorado nuevas aplicaciones de la diatomita en la formulación de cementos híbridos ecoamigables. Este material, compuesto por diatomita, arcillas caoliníticas y un activador alcalino, logra mejorar la resistencia del hormigón hasta alcanzar 62,9 MPa en 28 días, reduciendo a su vez el consumo de clinker, principal componente del cemento Portland. La adopción de este tipo de soluciones innovadoras contribuiría a mitigar la huella de carbono del sector de la construcción y posicionaría a Río Negro como un proveedor estratégico de insumos para la industria de materiales sostenibles.

Sector energético: la diatomita se utiliza como absorbente en la industria del petróleo y gas, así como en la contención de derrames químicos. La expansión de la actividad petrolera en LATAM, particularmente en Argentina, refuerza la demanda de materiales absorbentes abriendo una oportunidad para la sustitución de importaciones y el fortalecimiento de la cadena de suministro local. Empresas como EP Minerals han desarrollado productos como Oil Absorbent DE, que, gracias a su capacidad de absorción superior, se emplea en la limpieza de derrames de hidrocarburos y aceites industriales, un segmento con un crecimiento sostenido impulsado por regulaciones ambientales más estrictas.

Agroindustria: también ha identificado a la diatomita como un insumo clave en la mejora de suelos y el control biológico de plagas. Su capacidad para retener humedad y mejorar la aireación del suelo la convierte en un recurso estratégico en zonas con problemas hídricos, como las regiones afectadas por la sequía de 2023 en nuestro país. En mercados como China, el uso de productos agrícolas a base de diatomita alcanzará un valor estimado de USD 233,2 millones en 2024, con una tasa de crecimiento anual del 7,5% hasta 2034 (Fact RM). Para consolidar su presencia en este sector, Río Negro podría impulsar la certificación de su diatomita como insumo orgánico, promoviendo su uso como alternativa ecológica frente a fertilizantes químicos en mercados con un enfoque creciente en la sostenibilidad.

Salud y el cuidado personal: representa un nicho con potencial de expansión. La diatomita, gracias a su porosidad y suavidad, se emplea en pastas dentales, exfoliantes y otros productos cosméticos. Además, estudios recientes, como el de Mwangi (2023), han destacado su capacidad para reducir los niveles de colesterol en sangre y eliminar metales pesados como plomo y aluminio, lo que la posiciona como un suplemento con propiedades desintoxicantes. Su alto contenido de sílice también favorece la densidad ósea y la formación de colágeno, generando interés en mercados enfocados en la salud ósea y el antienviejecimiento.

Diferenciación de productos por calidad y nuevas aplicaciones

Las versiones de diatomita calcinada y diatomita calcinada por flujo están ganando una participación significativa en el mercado debido a sus propiedades mejoradas como agentes de filtración y su versatilidad en aplicaciones industriales. En particular, estos materiales son altamente demandados en sectores como la fabricación de productos cerámicos y materiales refractarios. Dado que el proceso de calcinación modifica la estructura física y química de la diatomita, optimizando su desempeño en diversas aplicaciones, su implementación en la producción de Río Negro podría permitir el acceso a segmentos premium del mercado y mejorar la competitividad internacional.

La provincia de Río Negro podría captar clientes industriales que requieren materiales con alta capacidad de absorción y resistencia química, expandiendo su portafolio en industrias como recubrimientos, pinturas y metalurgia. La diversificación en la oferta de diatomita orientada a este segmento de alto valor agregado no sólo fortalecería la presencia en mercados especializados, sino que también respondería a la creciente demanda global de productos industriales avanzados.

Asimismo, investigaciones recientes han identificado oportunidades emergentes en el uso de la diatomita para tecnologías de almacenamiento de energía (e.g., Li et al., 2020), un sector de creciente relevancia en el contexto de la transición energética global. Aunque aún en una etapa inicial, la inversión en investigación y desarrollo en este campo podría generar un nicho de alto valor para Río Negro a largo plazo. Para capitalizar esta oportunidad, resulta esencial establecer convenios estratégicos con universidades y centros tecnológicos que impulsen la exploración de aplicaciones avanzadas de la diatomita en baterías y otros dispositivos de almacenamiento energético. Además, el desarrollo de patentes en este ámbito permitiría fortalecer la posición de Argentina en la industria tecnológica y diferenciar su oferta en el mercado internacional.

Otra aplicación innovadora en el sector energético es el uso de la diatomita como soporte para materiales de cambio de fase (PCMs, por sus siglas en inglés), específicamente en compuestos con polietilenglicol (PEG) para mejorar el almacenamiento de energía térmica. Según la investigación de Qian, Li y Deng (2016), mediante procesos como calcinación, tratamiento ácido, lixiviación alcalina y decoración con nano-sílice, se logra ampliar la porosidad y la superficie específica de la diatomita, aumentando la capacidad de carga de PEG hasta un 70%. Estos compuestos permiten almacenar y liberar energía térmica de manera eficiente en sistemas de almacenamiento térmico en edificaciones, optimizando el aprovechamiento de la energía solar mediante el almacenamiento de calor latente con alta estabilidad térmica y química. La modificación de la estructura porosa de la diatomita no solo mejora la eficiencia energética, sino que también amplía su potencial en aplicaciones sostenibles y de vanguardia.

Caolín

A nivel global, según la consultora Procedence Research este mercado ha mostrado un notable crecimiento alcanzando los U\$S 4.520 millones en 2024 y proyectándose a U\$S 7.500 millones para 2034. Esto implica una tasa de crecimiento anual promedio

esperada del 5,2%. Dicho crecimiento será impulsado por sectores como la construcción, la nanotecnología y la impresión 3D. A nivel de análisis regional, Asia-Pacífico sigue liderando la demanda global debido a factores como su industrialización y urbanización exponencial. En especial, resaltan el sector de la cerámica y el relacionado al embalaje producto del desarrollo del comercio electrónico.

En términos de comercio exterior, según los datos del Observatorio de Complejidad Económica (OEC), se comercializó internacionalmente caolín por un valor de U\$S 1.790 millones en 2023. Los principales países exportadores de caolín fueron EEUU (U\$S 602 M), Reino Unido (U\$S 234 M), China (U\$S 187 M), Brasil (U\$S 138 M) y Alemania (U\$S 92.6 M). Por otro lado, los países que más importaron caolín en 2023 fueron China (U\$S 124 M), Japón (U\$S 118 M), Italia (U\$S 109 M), Alemania (U\$S 106 M) y México (U\$S 88 M).

Según la información del U.S. Geological Survey, la producción mundial de caolín en ese mismo año fue de 44.400 miles de toneladas métricas. Los principales países productores de caolín fueron: India (8.400 miles de toneladas métricas), seguido por China (7.800 miles de toneladas métricas), y completando el podio Estados Unidos (4.560 miles de toneladas métricas). En términos generales, este mercado está segmentado según el tipo de procesamiento y de aplicación. Estos incluyen al caolín calcinado, al hidratado y al deslaminado.

Si bien el caolín ha sido tradicionalmente utilizado en la industria papelera, el crecimiento sostenido que ha mostrado el mercado global de caolín se ve impulsado por su aplicación en las siguientes industrias clave. Una de ellas es la mencionada construcción. Al respecto, la urbanización acelerada en China, India, Brasil y Vietnam ha incrementado la demanda de caolín en cerámicas, revestimientos y materiales de construcción.

Otra industria fuerte es el sector automotriz. En esta industria el caolín se ha convertido en un componente fundamental en la fabricación de neumáticos, piezas de caucho y revestimientos. Sus propiedades únicas permiten mejorar la durabilidad, la resistencia y la protección de estos productos. La movilidad sostenible y el crecimiento del sector en economías emergentes favorecen la demanda de materiales innovadores como el caolín. Sin lugar a dudas, estos factores lo consolidan como un recurso estratégico para este tipo de industrias orientadas a la eficiencia y la sostenibilidad.

En el sector cosmético y el cuidado personal, el caolín se transformó en un insumo estrella debido a su capacidad de absorción, su suavidad y su compatibilidad con formulaciones del segmento de alta calidad. Consecuentemente, se emplea en la elaboración de los siguientes productos: mascarillas, bases de maquillaje, jabones y desodorantes. Además, su utilización resulta atractiva para el mercado de productos sostenibles.

En la industria papelera, el auge del comercio electrónico y la demanda de paquetes/empaques sostenibles, le ha dado un nuevo impulso a la demanda de este sector. Asimismo, el caolín se destaca por mejorar la textura y receptividad de la tinta en papeles de alta calidad. No obstante, a pesar de presentar un panorama alentador, en este sector el caolín enfrenta peligros como su sustitución por carbonato de calcio.

Finalmente, en el sector farmacéutico, el caolín es utilizado como excipiente en tabletas y tratamientos dermatológicos. Según el estudio de Fadhilah (2024), posee propiedades antibacterianas, destacándose su acción contra cepas como el *Staphylococcus aureus*,

la E. coli y P. aeruginosa. Además, su capacidad para inhibir el virus de la hepatitis C y otros virus entéricos sugiere su potencial como tratamiento complementario en infecciones virales.

La provincia de Río Negro se caracteriza por liderar la producción nacional de caolín. En 2023 obtuvo una producción de 13.630 toneladas, según señala la Dirección de Estadística y Censos en Río Negro. En cuanto a su evolución, ha mostrado una significativa tasa de crecimiento anual compuesta. La misma fue del 11,8% entre 2011 y 2023.

La explotación minera se concentra en la Región Sur, particularmente en Los Menucos y Jacobacci, donde esta actividad presenta un gran potencial de desarrollo. A nivel local, la demanda de caolín es impulsada por su aplicación en diversas industrias como la papelera, cerámica, plásticos, caucho y recubrimientos. Además, es un insumo clave en productos de higiene personal y limpieza, destacándose en la fabricación de jabones.

En cuanto a las exportaciones de este mineral, claramente es un mercado inexplorado y con un fuerte potencial para ser explotado. El último dato de ventas al exterior disponible corresponde a 2016, una exportación con destino a Bolivia por solamente un valor cercano a U\$S 5.000. En tanto, el mayor dato histórico de exportación de la Provincia se produjo en 2014, con destino al mismo país, y por un monto equivalente a U\$S 27.710. Ciertamente, estas cifras evidencian el escaso desarrollo e impulso que tuvo el comercio exterior de este mineral.

La provincia de Río Negro, gracias a su prolongada trayectoria en la actividad minera, tiene una oportunidad única para convertirse en un proveedor clave a nivel mundial de caolín en varios sectores estratégicos:

Construcción: Asia-Pacífico y Brasil, donde la urbanización y la construcción están en auge.

Papel: Asia-Pacífico y Latinoamérica. La demanda de papel de alta calidad, impulsada por el comercio electrónico y la necesidad de empaques sostenibles.
Cerámica: Asia-Pacífico y Brasil, con alta demanda de caolín para la producción de porcelana, azulejos y materiales refractarios.
Automotriz: Mercado local e internacional, especialmente con el impulso de la movilidad sostenible y la fabricación de componentes como neumáticos, pinturas y piezas de caucho.

Farmacia y cosmética: Europa y América del Norte, donde se emplea en formulaciones de productos farmacéuticos, cosméticos y de cuidado personal.

Plásticos y pinturas: India y América del Norte, donde se utiliza como carga para mejorar la resistencia y el acabado de los productos.

Exploración de Nuevos Usos y Aplicaciones

Los avances tecnológicos en el procesamiento del caolín han permitido descubrir nuevas aplicaciones para este mineral. Al respecto, Murray (2000) analizó varios de estos avances. Por ejemplo, en la industria del papel muestra que se han desarrollado recubrimientos con mayor blancura y brillo. Además, señala que, en la fabricación de plásticos el caolín mejora la durabilidad y rigidez de los nanocompuestos. Igualmente, se ha optimizado su uso en espesantes para pinturas y absorbentes industriales.

En tanto, en el trabajo de Hassan et al. (2024) se estudia cómo el caolín puede incorporarse en la formulación de un cemento híbrido ecoamigable. El mismo, combinado con diatomita, es capaz de reducir emisiones de CO₂ y de disminuir el consumo de recursos no renovables. Su uso en la generación de metacaolín ha permitido el desarrollo de materiales innovadores en procesos de activación alcalina y geopolímeros.

Otras aplicaciones incluyen el uso de caolín pilareado como absorbente y catalizador en procesos industriales. La utilización del caolín calcinado en revestimientos ópticos gracias a su alto brillo y baja abrasividad. En el ámbito agrícola, se destaca su capacidad para absorber desechos animales y su incorporación en fertilizantes líquidos.

Sobre este último punto, Herrera-Feijoo y Vélez (2023) mediante la aplicación del análisis bibliométrico estudian al caolín en la gestión sostenible de plagas agrícolas. Básicamente, hallan que, al aplicarse sobre las plantas el caolín forma una película protectora que actúa como barrera física, repeliendo insectos y reduciendo el daño causado por diversas plagas. La ventaja de esta técnica radica en que ofrece una alternativa ecológica a los pesticidas químicos tradicionales.

Yeso

Según la consultora Future Market Insights, en 2023 el mercado mundial del yeso alcanzó un valor de U\$S 7.850 millones y se espera que crezca a una tasa anual promedio del 6,2%, superando los U\$S 13.760 millones en 2033. Dicha expansión estará impulsada por la creciente demanda en la construcción, especialmente en la producción de paneles de yeso, placas de cartón-yeso y cementos. Además, su creciente aplicación en industrias especializadas como la agroindustria y la alimentación abre nuevas oportunidades de negocio.

En 2024, según se desprende de las estadísticas del U.S. Geological Survey que la producción mundial de yeso fue 160.000 miles de toneladas métricas, mostrando un crecimiento del 1,9% respecto de 2023. Estados Unidos encabezó la lista de los mayores productores mundiales con 22.000 miles de toneladas métricas. Irán ocupó el segundo lugar con 16.000 miles de toneladas métricas, seguido de Omán y China, con 14.000 y 12.000 miles de toneladas métricas respectivamente. Otros productores destacados incluyen Turquía, Tailandia y España, que han mantenido una producción constante en los últimos años.

En tanto, según se desprende de la misma institución, China es el país con la mayor reserva de yeso del mundo, con un total equivalente a 1.800.000 miles de toneladas métricas en 2023. En dicho ranking, le siguen Tailandia (910.000 miles de tm), Pakistán (760.000 miles de tm), Irán (750.000 miles de tm) y los Estados Unidos (700.000 miles de tm).

En términos de comercio exterior, según los datos del Observatorio de Complejidad Económica (OEC), en 2023 se comercializó yeso por un valor de 1.970 millones de dólares. Los principales exportadores fueron España (U\$S 300 M), Omán (U\$S 239 M), Tailandia (U\$S 217M), Alemania (U\$S179M) y Egipto (U\$S102M), mientras que los

principales importadores fueron Estados Unidos (U\$S 215 M), India (U\$S 182M), Nigeria (U\$S 130 M), Reino Unido (U\$S 106 M), y Japón (U\$S 99 M).

El sector de la construcción continúa siendo el principal motor de la demanda global de yeso, especialmente en la fabricación de cementos, paneles de yeso y revestimientos. Se estima que un hogar promedio requiere más de 7 toneladas de yeso en su construcción (Future Market Insights).

Por otra parte, el yeso también desempeña un papel fundamental en la agroindustria. Su uso como enmienda de suelos ayuda a mejorar la estructura del terreno, reducir la compactación y favorecer el crecimiento de los cultivos. Además, el yeso reciclado ha ganado relevancia como insumo sostenible, utilizado en la fabricación de cemento, estabilización de suelos y producción de bloques y muros.

La provincia de Río Negro se caracteriza por ser el principal productor de yeso del país. Se destacan sus yacimientos de alta calidad en la zona de Allen y sus alrededores. En 2022, la producción alcanzó 582.470 toneladas. En 2023 experimentó un récord de 616.000 toneladas, con un crecimiento de 6%. En ese sentido, sobresalen empresas como Minera José Cholino e Hijos y Minera Juan C. Pierucci e Hijos, la cuales crean más de 80 puestos de trabajo directos.

El yeso obtenido en la provincia se utiliza mayoritariamente en el sector de la construcción, con más del 30% del total abasteciendo a las cementeras más importantes del país. Compañías como Durlock han sabido aprovechar la calidad del mineral de Río Negro para la producción de placas, un segmento que sigue en constante crecimiento.

En 2018, esta misma compañía anunció una inversión de U\$S 100 millones para construir una planta en General Roca, con capacidad para producir 20 millones de metros cuadrados de placas de yeso al año. Sin embargo, desafíos como la falta de acceso al gas y la pandemia del COVID-19 han retrasado su puesta en marcha. La ejecución de este proyecto representaría un avance significativo para la industria local, generando 700 empleos directos e indirectos y aumentando la demanda de yeso en un 30%.

El yeso de Río Negro también tiene un gran potencial exportador. Acorde a los registros de Dirección de Estadística y Censos de Río Negro, la mayor exportación de este mineral se produjo en 2004 por un monto de U\$S 103.214 con destino a Uruguay. El último dato significativo data de 2007 cuando se exportaron a dicho destino U\$S 10.665. Claramente, estos números muestran que el yeso rionegrino apenas ha tenido presencia en mercados internacionales. Por lo tanto, existe un amplio margen para expandir su alcance y aprovechar oportunidades en nuevos destinos.

- 1) Construcción: En Asia-Pacífico y América Latina, el auge de la urbanización y el desarrollo de infraestructura impulsan la demanda de yeso para la producción de paneles, placas, molduras y revestimientos, y para usarlo como regulador de fraguado en la producción de cemento.
- 2) Agricultura: En países como India, Brasil y Australia, países donde la agricultura es un sector clave, se demanda yeso como enmienda para suelos, mejorando su estructura y capacidad de retención de agua.

Salud: Tanto a nivel nacional como internacional, este sector utiliza yeso en la fabricación de vendajes y férulas ortopédicas

Innovaciones y Nuevas Aplicaciones

Los avances tecnológicos han impulsado nuevas aplicaciones del yeso en diferentes industrias específicas. Consecuentemente, abriendo nuevas oportunidades de negocio. En el sector agrícola, estudios recientes (Sawyer 2024), destacan el potencial del yeso como fuente eficiente de calcio y azufre, nutrientes esenciales para el desarrollo saludable de los cultivos. Asimismo, su aplicación en suelos salinos facilita la eliminación de sodio, lo que mejora la permeabilidad y retención de agua.

Por otro lado, el yeso de alta pureza tiene aplicaciones en la industria farmacéutica y alimentaria. Al respecto, empresas como USG han desarrollado variantes de yeso grado alimenticio, utilizadas en la fortificación de alimentos como harinas y pan. Otro ejemplo de este nuevo mercado, lo muestra el artículo de Chemondis (2024) donde se analiza cómo el yeso se emplea en la producción de tofu y quesos veganos debido a su capacidad coagulante y su aporte de calcio. De igual manera, el yeso también se usa en la producción de moldes odontológicos y artísticos debido a su blancura y fineza.

Halita (Sal)

Según datos del U.S. Geological Survey, la producción mundial de sal en 2024 alcanzó las 280 millones de toneladas métricas, lo que representa un aumento del 3,7% en comparación con el año anterior. China se mantuvo como el principal productor de sal a nivel mundial, con una producción de 55 millones de toneladas métricas. En tanto, Estados Unidos le siguió de cerca con 40 millones de toneladas métricas, consolidando su posición como uno de los principales actores en la industria de la sal.

Según estimaciones de la consultora Markets & Data, la producción superará las 500 millones de toneladas en 2031, creciendo a una tasa anual promedio del 3,2%. Dicha expansión se fundamentará en el aumento de la demanda en la industria química. Asimismo, el sector relacionado a la infraestructura desempeñará un rol clave. En especial, se destaca su uso para el deshielo de carreteras en países con inviernos crudos. Por último, la creciente necesidad de agua potable y su uso en procesos industriales sostenibles abren nuevas oportunidades de negocio.

En cuanto a la valuación del mercado global de roca de sal, acorde a la consultora Research and Markets el mismo fue equivalente a U\$S 1.600 millones en el año 2024. Además, se proyecta que alcanzará los U\$S 2.400 millones en 2030, con una tasa de crecimiento anual promedio del 6,9%. Dentro de este segmento, se destaca el mercado de agentes saborizantes y conservantes, que se espera crezca a una tasa del 8,3% anual. En consecuencia, alcanzará el valor de U\$S 853 millones en 2030. Por otra parte, el sector relacionado con el deshielo de rutas y caminos está proyectado a expandirse a un ritmo del 5,8% anual.

En términos de análisis geográfico, China la segunda mayor economía mundial, se proyecta que alcance un tamaño de mercado de U\$S 578,5 millones en 2030, con una tasa de crecimiento del 10,7% anual. Para tomar noción, en comparación, el mercado

estadounidense se estima en U\$S 406 millones para 2024. Dentro de lo que es Europa, se espera que Alemania tenga una expansión del 4,9% anual. A nivel global, China seguirá liderando la expansión del mercado debido a su gran demanda industrial y sus necesidades climáticas.

En términos de comercio exterior, según los datos del Observatorio de Complejidad Económica (OEC), en 2023 se comercializó halita por un valor de 4.760 millones de dólares. Los principales exportadores fueron Australia (U\$S 570M), India (U\$S 446M), Países Bajos (U\$S 401 M), Alemania (U\$S 357M) y Chile (U\$S 266 M), mientras que los principales importadores fueron Estados Unidos (U\$S 651 M), China (U\$S 405M), Japón (U\$S 338M), Alemania (U\$S 247M) y Canadá (U\$S 213M).

La provincia de Río Negro se caracteriza por contar con uno de los yacimientos de halita más importantes de nuestro país y de Sudamérica, la Salina El Gualicho. La misma se encuentra localizada cerca de la localidad de San Antonio Oeste. Dicha reserva estratégica ha permitido que Río Negro se posicione entre los principales productores nacionales de halita. Respecto de los niveles de extracción, según refleja la Dirección de Estadística y Censos de Río Negro, en el año 2021 se alcanzó un récord de 848.397 toneladas. En tanto, durante 2023 se produjeron 870.805 toneladas marcando un nuevo récord.

Principalmente, el yacimiento Salina El Gualicho abastece a las siguientes industrias: química, alimentaria y de tratamiento de agua. Al mismo tiempo, este yacimiento genera alrededor de 400 empleos directos en la región. En un mercado en constante expansión, se destaca que empresas como C.I.P.S.A. han aprovechado la calidad del mineral para la producción de cloro y soda cáustica.

A pesar de su gran potencial, la sal de Río Negro no ha logrado posicionarse en los mercados internacionales, especialmente en los últimos años. Su mayor exportación se registró en 2006, alcanzando los U\$S 181.444, siendo Brasil el principal destino, representando el 56% del total exportado, seguido por Paraguay con un 36%. En 2023, las exportaciones se redujeron drásticamente a U\$S 9.398, lo que evidencia el vasto potencial exportador que aún puede ser recuperado. Gracias a sus características naturales y a la creciente demanda global de halita para diversas aplicaciones, Río Negro tiene la oportunidad de consolidarse como un proveedor clave en este mercado. A continuación, se presentan las oportunidades con mayor potencial:

- 1) Industria química: América del Norte, Europa y región Asia-Pacífico. La halita es fundamental en la producción de cloro y soda cáustica. La misma posee una creciente demanda en países como Estados Unidos, Alemania y China.
- 2) Tratamiento de agua: América del Norte, Europa, y las regiones de Medio Oriente y Asia-Pacífico. La halita se utiliza para suavizar el agua y eliminar impurezas en sistemas de tratamiento industrial y potable. La creciente necesidad a nivel mundial de agua potable genera una demanda sostenida. Se destacan como mercados claves Estados Unidos, Canadá y países de Medio Oriente.
- 3) Alimentación: América del Norte, Europa y la región de Asia-Pacífico. Sus usos en la industria alimentaria incluyen la conservación, saborización y preparación de productos procesados. Además, la demanda de sales diferenciadas y enriquecidas representa una oportunidad para la innovación en el sector. Este

fenómeno se da especialmente en Estados Unidos y Europa, donde las preferencias por productos gourmet y naturales están en pleno auge.

- 4) Deshielo de carreteras: América del Norte, Europa, y la región Asia-Pacífico. La halita es utilizada ampliamente en el deshielo de carreteras en invierno. Especialmente en países como Estados Unidos, Canadá y en la zona de Europa del Norte donde el clima extremo genera una demanda constante.
- 5) Ganadería y Agricultura: América Latina, América del Norte, y la región Asia-Pacífico. En la alimentación animal, la sal es fundamental para mantener el equilibrio electrolítico del ganado. A nivel local se podría hallar una fuerte demanda en la región pampeana, mientras que, en mercados internacionales como Estados Unidos y China, la demanda de sales minerales para nutrición animal sigue en pleno crecimiento.
- 6) Industria energética: América del Norte, y las regiones de Medio Oriente y Asia-Pacífico. La halita es utilizada en la perforación de pozos petroleros y gasíferos, donde ayuda a estabilizar las paredes del pozo y controlar la presión. A nivel local, Vaca Muerta representa una ventaja competitiva para abastecer. A nivel global, países como Arabia Saudita, Estados Unidos y China continúan siendo grandes consumidores de insumos para la industria del petróleo y gas.

Innovaciones y nuevas aplicaciones

El desarrollo de nuevos usos para la halita ha impulsado oportunidades en distintos sectores. En la industria alimentaria, se han desarrollado sales enriquecidas con zinc y otros minerales para mejorar la salud de los consumidores. Un ejemplo es el producto Tata Salt Immuno lanzado en India, una sal enriquecida con zinc y yodo. En el tratamiento de agua, la sal es clave para la eliminación de metales pesados y microorganismos, mejorando la calidad de este recurso hídrico. Dicha aplicación resulta especialmente relevante en regiones con escasez de agua potable.

En el sector de la construcción, el uso de halita como deshielante para carreteras sigue siendo una aplicación clave en América del Norte y Europa. Su demanda crece a medida que se buscan soluciones efectivas y económicas para garantizar la seguridad vial en inviernos rigurosos. En el sector minero, las soluciones de halita permiten congelar temporalmente terrenos blandos o inestables, facilitando excavaciones seguras y eficientes en minas a cielo abierto. Este método es especialmente útil en climas extremos y en yacimientos con suelos complejos, contribuyendo a la optimización de operaciones extractivas.

Desde una perspectiva ambiental, estudios recientes como el correspondiente a la NASA (2023) destacan la capacidad de la halita para encapsular microorganismos, microfósiles y compuestos orgánicos en sus cristales, preservando datos ambientales durante millones de años. Otro uso novedoso de la halita ha sido identificado en el campo de la astrobiología. Abrevaya et. al (2023) han demostrado que los cristales de halita pueden proteger a microorganismos frente a condiciones extremas del espacio, como el vacío y la radiación ultravioleta al vacío.

Arenas silíceas

Según la consultora Grand View Research, el mercado global de arena silícea alcanzó los U\$S 9.000 millones en 2023 y se proyecta que crecerá a una tasa anual del 6,5%, impulsado principalmente por la industria energética y la creciente demanda de vidrio de alta tecnología. En América del Norte, el uso de arena para fracking representa el 60% del consumo total, mientras que en la región Asia-Pacífico se prevé una expansión significativa en los próximos años.

A nivel de comercio exterior, el Observatorio de Complejidad Económica (OEC) reportó que en 2023 las exportaciones mundiales de arena silícea (incluye arenas cuarzosas) alcanzaron los U\$S 1.790 millones. Los principales exportadores fueron Estados Unidos (U\$S 548 M), Australia (U\$S 227M) y Alemania (U\$S 103 M), mientras que China (U\$S 438M), Canadá (U\$S 274M) y Alemania (U\$S 101M) encabezaron la lista de importadores.

Finalmente, según datos del U.S. Geological Survey, la producción mundial de arena silícea en 2024 alcanzó los 440 millones de toneladas métricas, reflejando una leve disminución respecto al año anterior. Estados Unidos se mantuvo como el principal productor mundial, con 130 millones de toneladas métricas, seguido por China con 89 millones de toneladas métricas y, en tercer lugar, los Países Bajos con 60 millones de toneladas métricas. Estos países continúan liderando la producción global de arena silícea, esencial para diversas industrias como la construcción y la manufactura de vidrio.

En Argentina, la arena silícea ha cobrado relevancia en los últimos años debido al desarrollo de Vaca Muerta. Río Negro ha pasado de ser un proveedor marginal a consolidarse como el principal productor nacional, desplazando a Entre Ríos y Chubut. Su proximidad geográfica a los yacimientos ha sido clave, ya que permite reducir costos logísticos y mejorar la competitividad frente a otras regiones.

Entre 2004 y 2020, la producción anual en Río Negro promedió apenas 4.200 toneladas. Sin embargo, en 2023 alcanzó un récord de 2,2 millones de toneladas, impulsada por la creciente demanda de la industria del *fracking*. Actualmente, la provincia cuenta con nueve canteras operativas y un potencial de hasta 772 yacimientos identificados.

El desarrollo del sector ha sido posible gracias a inversiones clave, como la planta de procesamiento inaugurada en Allen en 2021, que mejoró la eficiencia productiva y redujo costos operativos. Sin embargo, persisten desafíos en términos de calidad del material. En algunos casos, la arena requiere procesos adicionales de lavado y clasificación para cumplir con los estándares exigidos por la fractura hidráulica. La mejora en este aspecto será determinante para consolidar la competitividad de Río Negro frente a otras jurisdicciones. A pesar del avance, la competencia interprovincial sigue siendo un factor a considerar:

PRODUCTORES PROVINCIALES DE ARENAS SILÍCEAS “RIVALES” DE RÍO NEGRO

Provincia Rival	Ventajas	Desafíos	Nivel de Competencia
Chubut	Líder histórica en la producción de arenas de alta calidad, cumple con los estándares exigentes del <i>fracking</i> .	La lejanía de Vaca Muerta encarece el transporte.	Competencia fuerte, pero con una desventaja logística significativa.
Entre Ríos	Ubicación estratégica en relación con rutas de transporte.	Obstáculos regulatorios, clausuras por incumplimientos ambientales y sospechas de lavado de activos.	Competencia moderada, pero afectada por incertidumbre regulatoria.
Buenos Aires	Infraestructura logística robusta, canteras con material aceptable. A futuro podría fortalecerse como competidor.	Menor volumen de producción y poca trayectoria en el sector.	Competencia baja en el presente, pero con potencial de crecimiento.
Neuquén	Epicentro de la producción de hidrocarburos no convencionales, posibilidad de desarrollar su propia capacidad de suministro.	Potencial cambio en la dinámica del mercado si logra autoabastecerse.	Se perfila como la principal amenaza futura para Río Negro.

Fuente: Elaboración propia

El crecimiento de la demanda mundial y el potencial de Río Negro abren oportunidades en distintos sectores:

- 1) Fractura hidráulica: Estados Unidos y China son los principales mercados. Sin embargo, el abastecimiento de la demanda de arena para *fracking* de Vaca Muerta sigue siendo un desafío, va en ascenso y se espera que continúe en niveles récord.
- 2) Industria del vidrio: La región Asia-Pacífico lidera la demanda de vidrio de alta tecnología, con China y Japón como principales compradores.

- 3) Construcción: El crecimiento de infraestructura en América Latina y el sudeste asiático impulsa la necesidad de arena para hormigones y revestimientos.
- 4) Industria química y cerámica: La arena silíceas es clave en la fabricación de siliconas y revestimientos industriales de alta resistencia.

Innovaciones y nuevas aplicaciones

El avance tecnológico ha llevado a la búsqueda de aplicaciones innovadoras para la arena silíceas. En el sector energético, se investiga su utilización en almacenamiento de energía térmica, aprovechando su capacidad para retener calor en sistemas de energía solar concentrada. En la industria de la construcción, se han desarrollado hormigones de ultra alta resistencia con arena silíceas modificada, mejorando la durabilidad y reduciendo el impacto ambiental. En el campo de la nanotecnología, se está explorando su uso en la fabricación de paneles solares y componentes electrónicos.

En el sector ambiental, se han identificado aplicaciones en filtración de agua, especialmente en el tratamiento de aguas industriales y potable. La demanda de soluciones sostenibles abre una ventana de oportunidad para desarrollar arenas silíceas de alta pureza para estos usos.

Con una demanda global en crecimiento y el impulso de Vaca Muerta, Río Negro tiene la oportunidad de consolidarse como un actor clave en el mercado de arenas silíceas. La inversión en tecnología y calidad será fundamental para aprovechar al máximo este potencial. Sin embargo, el auge de la industria de arenas silíceas en Río Negro trae consigo un desafío ineludible: cómo equilibrar el crecimiento económico con el cuidado ambiental. La extracción de arena no es inocua, afecta ecosistemas, consume grandes volúmenes de agua y puede generar polvo en suspensión que impacta la calidad del aire. Consecuentemente, para consolidar su liderazgo en este mercado, deberá no solo garantizar el suministro, sino hacerlo de manera sostenible, convirtiendo la gestión ambiental en una ventaja competitiva.

Conclusiones y recomendaciones

- La estructura de producción minera se ha modificado con respecto a la incidencia en la generación de valor agregado de la minería en la provincia pasando de estar explicado por minerales tradicionales como la bentonita, diatomita, yeso y sal, a estar explicado en más de un 50% por el valor generado en el segmento de arenas silíceas para la industria petrolera. Asimismo, este segmento explica la reversión de la tendencia descendente en términos reales –a precios constantes- en que se encontraba la minería de la provincia entre los años 2012 y 2020, para explicar el crecimiento del sector entre los años 2021 y 2023.
- Este cambio estructural marca un hito en la minería de la provincia, siendo que por su naturaleza y propiedades de los minerales producidos tradicionales, la

actividad minera estaba atada al ciclo económico y en un período de estancamiento. Con el descubrimiento y explotación de arenas de sostén para la industria petrolera, la actividad se mueve ya no tan atada al ciclo económico, sino por la demanda exponencial de la actividad petrolera, que se encuentra en una etapa expansiva.

- Las perspectivas para la expansión de este segmento resultan elevadas considerando que está en proceso la construcción y ampliaciones de oleoductos como la duplicación de Oldelval y la construcción del Oleoducto Vaca Muerta Sur, para poder pasar de exportar unos 200 mil barriles en la actualidad a 1 millón de barriles diarios en tres años. Esto implicará un salto de escala que implicaría la duplicación de la producción petrolera no convencional, y por lo tanto de su demanda de arenas silíceas de sostén para el fracking.
- La construcción de una ruta específica de mejor acceso tanto a planta de procesamiento como a la distribución, en especial de arenas silíceas a Vaca Muerta debido a la escala del volumen transportado que mejore el flujo de transporte, resulta clave en la competitividad y sostenimiento de la actividad, teniendo en cuenta que existe un fuerte cuello de botella en el abastecimiento de este insumo ante la eventual duplicación de la demanda debido a problemas de logística. Si bien las arenas de sostén de Río Negro llamadas también “de cercanía” resultan más competitivas que las de Entre Ríos, a pesar de tener menos resistencia a presión que estas últimas debido a justamente la cercanía al centro de consumo de los operadores, la falta de una ruta específica hace inviable la logística de transporte con la infraestructura actual en una perspectiva de duplicación de la producción petrolera con técnicas no convencionales y por lo tanto de la demanda de arenas silíceas. Esto, considerando la duplicación de la capacidad de transporte y evacuación del oleoducto de Oldelval desde Neuquén a Bahía Blanca y la construcción del nuevo oleoducto Vaca Muerta Sur hacia Punta Colorada en Río Negro, donde podrán exportarse a través de barcos de mayor porte.
- Por su parte, en el proceso de producción de arenas es posible reducir el costo unitario mediante la comercialización y aprovechamiento de subproductos obtenidos del descarte fuera de especificación como arena para la construcción, hormigón elaborado, asfalto, vidrio, ripio, entre otros.
- En ese marco, debe tener presente seguir atendiendo las oportunidades de mejoras en la generación de valor de sus minerales tradicionales. En cuanto a la bentonita, a pesar de su alto valor, resulta muy bajo el volumen comercializado como aterramiento eléctrico, este puede usarse para la puesta a tierra para mejorar la conductividad del suelo, reducir su resistencia y proteger a las personas y los equipos eléctricos, y una mayor aplicación con ese destino puede resultar una oportunidad.
- A pesar de su utilización como lodo de perforación para estabilización de pozos, resulta bajo el volumen comercializado con este destino. Recordemos que gracias a sus propiedades, mediante su utilización es posible estabilizar las vibraciones de la sarta de perforación, endureciendo la pared del pozo para evitar filtraciones de agua. Siendo Río Negro la principal provincia productora y exportadora de Bentonita, y cuando se observa un importante crecimiento de la producción petrolera en la provincia de Neuquén, Río Negro tendrá la

oportunidad de crecimiento de la demanda desde esos yacimientos petroleros y así diversificar mejor los destinos que hoy está atada al ciclo económico de Brasil.

- Otra oportunidad es la transformación de bentonita en bentona, un lubricante compuesto a base de arcilla de bentonita modificada como espesante y es utilizada como agente emulsionante o gelificante. Esto podría tener aplicación como grasa lubricante en equipos industriales y automotrices, y especialmente para equipos de perforación de pozos petroleros ya que resulta ideal para la correcta lubricación de piezas o partes sueltas, o cables de acero que deban ser sometidas a altas presiones. De acuerdo a la industria, en la actualidad la bentona se importa en un 95%, y podría elaborarse en la provincia de Río Negro siendo que posee minerales de calidad para hacerlo, aunque se requieren importantes inversiones en plantas de procesamiento para lograr este producto, por lo que se necesita contar con acceso al financiamiento.
- Respecto a la diatomita, pesar de sus diversos usos y aplicaciones mencionados a lo largo de este trabajo, la diatomita de Río Negro se utiliza predominantemente para higiene, como sanitario para mascotas, absorbente sanitario, camas sanitarias, y muy baja proporción en la industria general y petrolera. En el primer caso, en la industria alimenticia puede utilizarse como filtro para las bebidas, aceites o, en el segundo caso como absorbentes para la industria química o petrolera.
- Los usos actuales del caolín de origen de la provincia de Río Negro se dan en forma predominante para la elaboración de cerámicas blancas y otras cerámicas, quedando mercados potenciales como sectores de papel, uso medicinal, pintura, entre otros. Río Negro lidera la producción nacional de caolín, con un mercado global en crecimiento impulsado por la construcción, el sector automotriz y la cosmética. A pesar de esto, las exportaciones son escasas, lo que representa un área de oportunidad para la provincia.
- El yeso de Río Negro está siendo utilizado mayormente para la construcción en un 88% como destino de la producción, aunque no se está aprovechando las propiedades que posee para la agricultura, considerando el importante mercado que cuenta la región pampeana tanto en la provincia de Buenos Aires, como en Córdoba, Santa Fe y La Pampa. Este sería un interesante mercado para explorar. Sin embargo, puede verse que el precio unitario de venta resulta sensiblemente superior para aquel destinado a la construcción en forma de placas como puede verse a continuación, por lo que hay oportunidades para lograr una mayor especialización y vender el producto al exterior.
- En cuanto a políticas públicas, resulta crucial tanto para la industria como para la provincia en cuanto a generar las condiciones de competitividad, fortalecer la infraestructura y las trazas viales y ferroviarias para enfrentar los desafíos actuales y futuros considerando los volúmenes que se moverán por la provincia en los próximos años. Asimismo, para atraer inversiones del sector minero, se han establecido incentivos fiscales y se ha facilitado el acceso a financiamiento. La Unidad Provincial de Coordinación y Ejecución del Financiamiento Externo (UPCEFE) podría jugar un papel clave en la gestión de fondos internacionales. Sin embargo, existen otros gravámenes a la actividad minera como con un aporte especial bajo el concepto de Programa Integral de Desarrollo de

Actividades Sustitutas a la Explotación Minera o “Impuesto Eventual” creado por la Ley E 3.890 vigente a partir del 10 de enero de 2008, la cual establece un impuesto cuyos aportes serían destinados a las regiones de explotación de oro, plata y polimetálicos. La alícuota establecida es de 7,5% del valor internacional de mercado del producto final obtenido por la explotación minera de que se trate dentro de la Provincia de Río Negro. Esta alícuota afecta directamente la competitividad de los proyectos considerando que otras jurisdicciones aportan 1,5% de las ventas. Ante alternativas de derogación o modificación de la ley, esta prevé una serie de descuentos a realizar que incluyen por pago a término por el 10%, bonificaciones por arreglos superficiarios (20%), remediación (10%), al tiempo que la provincia tiene la facultad de bonificar hasta el 50% de este concepto.

RECOMENDACIONES:

Diversificación de Mercados y Valor Agregado:

- Incentivar la producción y comercialización de bentona (bentonita modificada), que tiene un alto valor agregado y es ampliamente utilizada en la industria automotriz y petrolera.
- Promover el desarrollo de productos derivados de la diatomita para aplicaciones en filtración, adsorción y agricultura.
- Fomentar la utilización del yeso en la agricultura, dada la demanda en la región pampeana.

Mejoras en Infraestructura y Logística:

- Evaluar la construcción de rutas alternativas para mejorar el flujo logístico del transporte de arenas silíceas hacia Vaca Muerta.
- Implementar soluciones ferroviarias para reducir costos de transporte y mejorar la competitividad de la provincia en la provisión de arenas silíceas.
- Estas mejoras tendrán un impacto positivo en la producción de las rocas de aplicación de la provincia, sobre todo en áridos.

Acceso a Financiamiento para Inversiones Industriales:

- Diseñar mecanismos de financiamiento para la creación de plantas de procesamiento de minerales con mayor valor agregado.
- Fomentar la inversión en tecnologías para optimizar la explotación y procesamiento de minerales industriales.

Investigación y Desarrollo:

- Establecer convenios entre el sector público, universidades y empresas para la investigación aplicada a la optimización del uso de los minerales industriales.
- Desarrollar estudios de mercado para identificar nuevas oportunidades de exportación de productos procesados a mercados internacionales.

Bibliografía consultada

Academia Nacional de Ingeniería y Centro Argentino de Ingenieros. (2021). *La minería en la Argentina*. Buenos Aires: ANI-CAI.

Bonvecchi, C., Crespo Armengol E., Pérez Constanzó G., & Alarcón García A. (2011). *Fortalecimiento del proceso de integración de la provincia de río negro en el mundo*. Consejo Federal de Inversiones.

Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM). (2022). *Industria Minera. Aporte al país 2022*. URL: <https://caem.com.ar/>

Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM). (2023). *Industria Minera Recursos Principales*. URL: <https://caem.com.ar/>

CIPPEC (2015). *Minería responsable para el crecimiento con equidad. El caso de Mendoza*. Consejo Empresario Mendocino.

Dirección de Estadística y Censos de Río Negro (2023). *Informe de coyuntura económica IV trimestre 2023*. Ministerio de Hacienda. URL: <https://estadisticaycensos.rionegro.gov.ar/>

Dirección de Estadística y Censos de Río Negro (2024). *Informe de coyuntura económica I trimestre 2024*. Ministerio de Hacienda. URL: <https://estadisticaycensos.rionegro.gov.ar/>

Dirección de Minería de Río Negro, & Servicio Meteorológico Minero Argentino (SEGEMAR). (1999). *Informe económico y caracterización de caolín de la Provincia de Río Negro*.

González, M., Hermann, C., & Zappettini, E. (2004). *Minerales industriales de la República Argentina*. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Meteorológico Minero Argentino (SEGEMAR).

Herber, J. (2018). Canteras de áridos y de minerales industriales. *Serie "Introducción a los métodos de minería a cielo abierto"*. Escuela técnica superior de Ingenieros de Minas y Energía. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Historia de la Minería Argentina, Tomo I, Págs. 180-181.

Historia de la Minería Argentina, Tomo II, Págs. 255-261.

INDEC (2017). *Censo Nacional a la Actividad Minera 2017 (CENAM-17). Resultados estadísticos 2016*. 1ª ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Instituto Nacional de Estadística y Censos . URL: <https://www.indec.gob.ar/>

INDEC (2024). *Índice de producción industrial junio de 2024*. Informes técnicos / Vol. 8, n° 172. Ministerio de Economía. URL: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-7-172#:~:text=El%20IPI%20minero%20es%20un,la%20miner%C3%ADa%20en%20territorio%20argentino.>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2018). *Censo Nacional a la Actividad Minera 2017 (CENAM-17): Resultados estadísticos 2016*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Johanis, P., Dalponte, M., Juárez, P., & Giacosa, R. (2022). *Recursos minerales industriales, rocas de aplicación y gemas de la Provincia de Río Negro* (Serie Contribuciones Técnicas N° 49). Buenos Aires: Servicio Meteorológico Minero Argentino (SEGEMAR).

Lavandaio, E., & Catalano, E. (Eds.). (2004). *Historia de la minería argentina: Tomo I*. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Meteorológico Minero Argentino (SEGEMAR).

Lavandaio, E., & Catalano, E. (Eds.). (2004). *Historia de la minería argentina: Tomo II*. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Meteorológico Minero Argentino (SEGEMAR).

Loyola L., & Palmieri A. (2015). *Características económicas, sociales e institucionales de la provincia de Río Negro*. Proyecto FAO UTF ARG 017 – “Desarrollo Institucional para la Inversión” - Diagnóstico de los Principales Valles y Áreas con Potencial Agrícola de la Provincia de Río Negro. DT N° 1.

Ministerio de Economía (2022). *Río Negro informe productivo provincial*. Año 7 - n° 39 - mayo 2022 ISSN 2525-023x. URL: <https://www.argentina.gob.ar/economia>

Ministerio del Interior (2022). *Cadenas de valor Río Negro*. Secretaría de Provincias. URL: <https://www.argentina.gob.ar/interior/secretaria-de-provincias>

Montagú, H., Nadal G., Iñiguez, K., & Dubrovsky H. (2019). Diagnóstico del Sector Minero. Proyecto “Eficiencia Energética en Argentina”. Unión Europea.

Ministerio de Economía (2024) Informe Mensual Exportaciones Mineras de Argentina Enero 2024. Dirección Nacional de Promoción y Economía Minera.

Ministerio de Economía (2023) Informe Mensual Exportaciones Mineras de Argentina Enero 2023. Dirección Nacional de Promoción y Economía Minera.

Schteingart, D., Rajzman, N., Solsona, M. N., & Barbella, J. (2022). Radiografía del empleo en la industria minera. Centro de Estudios para la Producción XXI, Dirección Nacional de Promoción y Economía Minera, Secretaría de Minería-Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

Abrevaya, X. C., Galante, D., Tribelli, P. M., Opezzo, O. J., Nóbrega, F., Araujo, G. G., ... Horvath, J. E. (2023). Protective effects of halite to vacuum and vacuum-ultraviolet radiation: A potential scenario during a young Sun superflare. 1 *Astrobiology*, 23(3). Advance online publication. <https://doi.org/10.1089/ast.2022.0016>

Álvarez, F. (2021). Vaca Muerta impulsó la producción de bentonita. *Diario Río Negro*. URL: <https://www.rionegro.com.ar/vaca-muerta-impulso-la-produccion-de-bentonita-1803373/>

Alonso, H. (2020). ¿Llega Durlock a Roca? El desafío de no perder otra gran inversión. *Diario de Río Negro*. URL: <https://www.rionegro.com.ar/llega-durlock-a-roca-el-desafio-de-no-perder-otra-gran-inversion-1550129/>

Antón, M. (2023). Mascotas. Los perros y los gatos son una fuente inagotable de likes... y negocios. *Diario La Nación*. URL: <https://www.lanacion.com.ar/economia/negocios/mascotas-los-perros-y-los-gatos-son-una-fuente-inagotable-de-likes-y-negocios-nid04032023/#:~:text=En%20la%20Argentina%20se%20estima,de%20Empresas%20de%20Nutrici%C3%B3n%20Animal>

Banco Mundial. (2024). Desarrollo Urbano: Panorama General. URL: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>

Bangar, S. P., Ilyas, R. A., Chowdhury, A., Navaf, M., Sunooj, K. V., & Siroha, A. K. (2023). Bentonite clay as a nanofiller for food packaging applications. *Trends in Food Science & Technology*, 104242. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224423003576>

Brown, A. (2024). Brazil: Infrastructure investment slowly recovering. *KHL – Construction Briefing*. URL: <https://www.constructionbriefing.com/news/brazil-infrastructure-investment-slowly-recovering/8039474.article>

Chemondis. (2024). *Calcium Sulfate in the Food Industry: From Tofu Production to Vegan Cheese*. Recuperado de <https://blog.chemondis.com/8168/calcium-sulfate-in-the-food-industry-from-tofu-production-to-vegan-cheese/>

Data Bridge. (2022). Mercado mundial del caolín: tendencias de la industria y pronóstico hasta 2029. URL: <https://www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-kaolin-market?srltid=AfmBOorOPEwQMr78L1cSuq7PtvvLFb5T9vO0jwBw-J1XrsDppGkLwqG>

Díaz, R. (2020). Río Negro produce bentonita, caolín, diatomita, soda solvay y sal. En tres minerales está primero. *Portal: Más Río Negro*. URL: <https://www.masrionegro.com/2020/05/08/rio-negro-produce-bentonita-caolin-diatomita-soda-solvay-y-sal-en-tres-minerales-esta-primero/>

Energy Report. (2024). Avanza la minería sustentable en Río Negro: la localidad Ingeniero Jacobacci ante un punto de inflexión. *Ámbito*. URL: <https://www.ambito.com/energia/avanza-la-mineria-sustentable-rio-negro-la-localidad-ingeniero-jacobacci-un-punto-inflexion-n6029392>

EP Minerals. (2024). Oil Absorbent: Diatomaceous Earth Granular Absorbent. URL: <https://epminerals.com/products/oil-absorbent-de>

Estadística Provincial Minera. (2023). Dirección Provincial de Minería. Provincia de Neuquén. URL: <http://hidrocarburos.energianeuquen.gov.ar/storage/uploads/xqYxMPPJOdo19TH1EHZ7LIJncXXZXUqTUx1uxui5.pdf>

Fact.MR. (2024). Diatomite Market Study by Natural, Calcined, and Flux Calcined for Filter Aids, Fillers, Absorbents, Agriculture, and Construction Materials from 2024 to 2034. URL: <https://www.factmr.com/report/diatomite-market>

Fadhilah, N. (2024). Use of Kaolin in the Pharmaceutical and Cosmetic Industries. *Journal of Pharmacopoeia*, 1(1). URL: <https://nawalaeducation.com/index.php/JP/article/view/170>

Fisk, S. (2019). Gypsum as an agricultural product. *The Soil Science Society of America (SSSA)*. URL: <https://www.soils.org/news/science-news/gypsum-agricultural-product/#:~:text=Adding%20gypsum%20to%20the%20soil,percolation%20through%20the%20soil%20profile.>

Fortune Business Insights. (2024). Diatomite Market Size, Share & COVID-19 Analysis, By Type (Calcined, Flux-Calcined, and Natural), By Application (Filter Aids, Cementitious Materials, Fillers, Absorbents, and Others), and Regional Forecast, 2023-2030. Report ID: FBI103952. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/diatomite-market-103952>

Fortune Business Insights. (2024). Silica Sand Market Size, Share & Industry Analysis, By End-use Industry (Construction, Glass Manufacturing, Filtration, Foundry, Chemical Production, Paints & Coatings, Ceramics & Refractories, Oil & Gas, and Others) and Regional Forecast, 2024-2032. Report ID: FBI105302. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/silica-sand-market-105302>

Future Market Insight. (2023). Gypsum Market Outlook 2023 to 2033. REP-GB-12417. URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/gypsum-market>

Gobierno de Neuquén. (2024). Neuquén apunta a la producción de arenas silíceas. *Prensa*. URL: <https://www.neuqueninforma.gob.ar/noticias/2024/04/03/231064-neuquen-apunta-a-la-produccion-de-arenas-siliceas>

Gobierno de Río Negro. (2019). Río Negro se afianza como la mayor productora de yeso en Argentina. *Prensa*. URL: <https://rionegro.gov.ar/articulo/27848/rio-negro-se-afianza-como-la-mayor-productora-de-yeso-en-argentina>

Gobierno de Río Negro. (2021). Se inauguró en Allen la planta de procesamiento de arena. *Prensa*. URL: <https://rionegro.gov.ar/articulo/39770/se-inauguro-en-allen-la-planta-de-procesamiento-de-arena>

Gobierno de Río Negro. (2024). La diatomita rionegrina llega a nuevos mercados internacionales. URL: <https://prensa.rionegro.gov.ar/articulo/50376/la-diatomita-rionegrina-llega-a-nuevos-mercados-internacionales>

Gran View Research. (2024). Bentonite Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Sodium Bentonite, Calcium Bentonite), By Application (Foundry Sands, Civil Engineering, Cat Litter, Drilling Mud), By Region, And Segment Forecasts, 2024 – 2030. Report ID: GVR-1-68038-314-0. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/bentonite-market>

Hassan, H. S., Shi, C., Hashem, F. S., Israde-Alcantara, I., & Pfeiffer, H. (2024). Exploring diatomite as a novel natural resource for ecofriendly-sustainable hybrid cements. *Resources, Conservation and Recycling*, 202, 107402. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344923005360>

Herrera-Feijoo, R. J., & Vélez-Ruiz, M. C. (2023). Caolín en el control de plagas agrícolas: Un estudio bibliométrico global de tendencias, colaboraciones y aplicaciones en la agricultura sostenible. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(2), 88–114. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/n2/233>

IMARC. (2024). Silica Sand Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2028. Report ID: SR112024A12013. URL: <https://www.imarcgroup.com/report/es/silica-sand-manufacturing-plant>

Imerys. (2024). Diatomite filter aids. URL: <https://www.imerys.com/product-ranges/diatomite-filter-aids>

Jafari, A., & Sadeghian, P. (2022, May). Applications of Recycled Gypsum from Waste Drywalls in the Construction Industry: A Review. In *Canadian Society of Civil Engineering Annual Conference* (pp. 817-832). Cham: Springer Nature Switzerland. URL: https://www.researchgate.net/publication/377977401_Applications_of_Recycled_Gypsum_from_Waste_Drywalls_in_the_Construction_Industry_A_Review

Juarez, M. (2025). Arenas de Neuquén para Vaca Muerta: ya tiene pedidos de minas del insumo para el fracking. *Diario de Río Negro*. URL: <https://www.rionegro.com.ar/energia/arenas-siliceas-desde-y-para-vaca-muerta-neuquen-ya-tiene-pedidos-de-minas-3955960/>

Li, C., Wang, M., Xie, B., Ma, H., & Chen, J. (2020). Enhanced properties of diatomite-based composite phase change materials for thermal energy storage. *Renewable Energy*, 147, 265-274.

Market Research Future. (2024). Bentonite Market Research Report Information By Product (Sodium Bentonite, Calcium Bentonite, Sulphur Bentonite, Others), By Application (Foundry Sands, Cat Litter, Iron Ore Pelletizing, Refining, Drilling Muds, Absorbent/Adsorbent, Binder, Sealant, Civil Engineering and Others), by End-Use Industry (Pharmaceuticals, Cosmetics, Construction, Oil and Gas, Food and Beverage, Paper and Pulp, Agriculture, Ceramics, Wastewater Treatment and By Region (North America, Europe, Asia-Pacific, And Rest Of The World) - Forecast Till 2032. ID: MRFR/CnM/6424-HCR. URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/bentonite-market-7896>

Markets and Markets. (2024). Kaolin Market by Process (Water-Washed, Airfloat, Calcined, Delaminated, and Surface-Modified & Unprocessed), End-Use Industry (Paper, Ceramic & Sanitarywares, Fiberglass, Paints & Coatings, Rubber, Plastics), and Region - Global Forecast to 2028. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/kaolin-market-91196438.html>

Market & Research. (2024). Rock salt market report. MarketResearch.com. <https://www.marketresearch.com/Global-Industry-Analysts-v1039/Rock-Salt-39569101/>

Mi, J., Gregorich, E. G., Xu, S., McLaughlin, N. B., & Liu, J. (2020). Effect of bentonite as a soil amendment on field water-holding capacity, and millet photosynthesis and grain quality. *Scientific Reports*, 10(1), 18282. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-75350-9>

Minera Líder. (2024). Yeso. Composición e información del producto. URL: http://mineralider.com.ar/?articulos_seccion_1/id_6/yeso

Mordor Intelligence. (2024). Análisis de participación y tamaño del mercado de arena de sílice tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029). URL: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/silica-sand-market>

Mordor Intelligence. (2024). Diatomite Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/diatomite-market>

Musa, G. (2022). Río Negro: la línea sur de Villa Regina, zona de sacrificio para el fracking. *Boletín Prensa Obrera*. URL: <https://prensaobrera.com/ambiente/rio-negro-la-linea-sur-de-villa-regina-zona-de-sacrificio-para-el-fracking>

Mwangi, J. (2023). Usage of human diatomaceous earth. *Annals of Limnology and Oceanography*, 8(1), 009-012. URL: <https://www.agriscigroup.us/articles/ALO-8-114.php>

Observatory of Economic Complexity – OEC. (2024). URL: <https://oec.world/en/profile/hs/bentonite>

Observatorio de Complejidad Económica. (2023). Kaolin and other kaolinic clays. OEC. Recuperado el 16 de febrero de 2025, de <https://oec.world/en/profile/hs/kaolin-and-other-kaolinic-clays>

Observatorio de Complejidad Económica. (2023). Yeso natural; anhidrita; yeso fraguable. OEC. <https://oec.world/es/profile/hs/gypsum>

Ojeda, A. (2022). Arenas: El elemento vital de Vaca Muerta. *Más Energía. Diario LM Neuquén*. URL: <https://mase.lmneuquen.com/muerta/arenas-el-elemento-vital-vaca-muerta-n927197>

Pastor, V. (2018). Calingasta minera: ¿Bentonita a Vaca Muerta y el regreso del sulfato? *Diario Tiempo de San Juan*. URL:

<https://www.tiempodesanjuan.com/departamentales/2018/11/19/calingasta-minera-bentonita-vaca-muerta-el-regreso-del-sulfato-237005.html>

Persistence Market Research. (2022). Diatomite Market Segmented By Natural, Calcined Flux, Calcined Type for Filter Aids, Fillers, Absorbents, Construction Materials. Report ID: PMRREP4425. URL: <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/diatomite-market.asp>

PricewaterhouseCoopers - PWC. (2024). Vaca Muerta: The future of Argentina. URL: <https://www.pwc.com/ar/es/assets/document/invest-in-vaca-muerta.pdf>

Procedence Research. (2024). Kaolin Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034. Report Code: 2954. URL: <https://www.precedenceresearch.com/kaolin-market>

Qian, T., Li, J., & Deng, Y. (2016). Pore structure modified diatomite-supported PEG composites for thermal energy storage. *Scientific reports*, 6(1), 32392. URL: <https://www.nature.com/articles/srep32392>

Redacción Argenports. (2022). Preocupación en Vaca Muerta por el origen de las arenas de sílice. *Portal Argenports*. URL: <https://argenports.com/nota/preocupacion-en-vaca-muerta-por-el-origen-de-las-arenas-de-silice>

Redacción Diario La Palabra. (2024). Río Negro apuesta a la minería para promover el desarrollo económico. *Diario La Palabra*. URL: <https://www.diariolapalabra.com.ar/index.php/noticia/142386/rio-negro-apuesta-a-la-mineria-para-promover-el-desarrollo-economico>

Redacción Diario Río Negro. (2019). Por qué Río Negro es la primera productora de yeso en el país. *Diario Río Negro*. URL: <https://www.rionegro.com.ar/porque-rio-negro-es-el-primer-productor-de-yeso-en-el-pais-939778/>

Research and Markets. (2024). Diatomite Market by Type, Application - Global Forecast 2025-2030. ID: 4989727. URL: <https://www.researchandmarkets.com/report/diatomaceous-earth?srsitid=AfmBOorBQaTTFXairu7uoe4JxLD6acEwIDjShrFOzCR9tTPlJALgFhOY>

Sawyer, J. (2024). Gypsum: an old product with a new use. *Encyclopedia Article. Iowa State University*. URL: <https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/gypsum-old-product-new-use>

Sección Economía. (2024). Dónde queda Punta Colorada, la localidad de Río Negro que recibirá inversiones de YPF. *Diario La Nación*. URL: <https://www.lanacion.com.ar/economia/donde-queda-punta-colorada-la-localidad-de-rio-negro-que-recibira-inversiones-de-ypf-nid31072024/>

Statista. (2024). Average price of kaolin in the U.S. from 2010 to 2023. URL: <https://www.statista.com/statistics/248194/average-price-of-kaolin/>

Terzaghi, V. (2024). Vaca Muerta: las arenas de Río Negro vuelven a estar bajo la lupa. *Diario Río Negro*. URL: <https://www.rionegro.com.ar/energia/vaca-muerta-las-arenas-de-rio-negro-vuelven-a-estar-bajo-la-lupa-3516962/>

The Brainy Insights. (2024). Bentonite Market Size by Product (Sodium Bentonite, Calcium Bentonite, Sulphur Bentonite and Others), Application (Foundry Sands, Iron Ore Pelletizing, Refining, Drilling Muds, Absorbent/Adsorbent, Binder, Sealant, Civil Engineering and Others), End-Use Industry (Pharmaceuticals, Cosmetics, Construction, Oil and Gas, Food and Beverage, Paper and Pulp, Agriculture, Ceramics, Wastewater Treatment and Others), Regions, Global Industry Analysis, Share, Growth, Trends, and Forecast 2024 to 2033. Report ID: TBI-14377. URL: <https://www.thebrainyinsights.com/report/bentonite-market-14377>

The Insight Partners. (2024). Mercado Caolín: mapeo competitivo y perspectivas estratégicas para 2031. Código de informe: TIPRE00003683. URL: <https://www.theinsightpartners.com/es/reports/kaolin-market>

U.S. Energy Information Administration - EIA. (2024). Short-Term Energy Outlook. STEO December 2024. URL: https://www.eia.gov/outlooks/steo/pdf/steo_full.pdf

United States Geological Survey - USGS. (2024). Statistics and information on the worldwide supply of, demand for, and flow of the mineral commodity gypsum. URL: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/gypsum-statistics-and-information>

United States Geological Survey - USGS. (2024). Clays - Mineral Commodity Summaries 2024. URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-clays.pdf>

United States Geological Survey - USGS. (2024). Diatomite - Mineral Commodity Summaries 2024: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/diatomite-statistics-and-information>

USG Team. (2023). The Wonder Mineral: Alternative Uses for Gypsum. *United States Gypsum Company*. URL: <https://www.usg.com/content/usgcom/en/blog/the-wonder-mineral-alternative-uses-for-gypsum-usg.html>

USGS. (2025). *Gypsum: A critical mineral resource* (MCS-2025). U.S. Geological Survey. URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-gypsum.pdf>

USGS. (2025). Salt. In Mineral commodity summaries 2025 (pp. 150-151). U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-salt.pdf>

Vega, G. (2024). ¿Sabías que Allen es la ciudad productora de yeso más importante de Río Negro? *Proyecto Allen*. URL: <https://www.proyectoallen.com.ar/3/?p=10132>

Fuentes de Información secundarias recopiladas

<http://www.mineracholino.com.ar/>

<https://www.bentonita.com.ar/#usos>

<http://www.minerpat.com.ar/>

<https://www.rionegro.com.ar/rio-negro-a-la-cabeza-de-la-produccion-de-bentonita-928660/>

<https://camir.net/>

<https://ecominsrl.com/>

<https://escuelageotecnica.com/diferencias-entre-los-tipos-de-bentonita-sodica-calcica-y-activada/>

https://www.youtube.com/watch?v=W_fyx0koQxc Raul Frias, Cholino, Yeso

<https://www.indec.gob.ar/>

<https://www.argentina.gob.ar/economia/mineria/siacam>

<https://estadisticaycensos.rionegro.gov.ar/>

ANEXO 1: Campañas y entrevistas

Muestra	ID INTEMIN	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE
CFI-C-001	20135-01	-70.15	-41.69	MINA	CAOLIN	GENERAL BELGRANO	150325M1973	AUN, JORGE ALFREDO	Muestra frente expuesto
CFI-C-002	20226-01	-67.81	-40.99	MINA	CAOLIN	E. M. LA QUERENCIA	17033M1992	MINERA JOSE CHOLINO E HIJOS S.R.L.	Muestra frente expuesto
CFI-C-003	20226-02	-67.77	-40.98	MINA	CAOLIN	CORRAL DEL CHIVO	154579M1969	AGUILERA OLIVERA, RUBEN BENIGNO	Muestra frente expuesto
Muestra	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE	
CFI-BA-001	20224-01	-67.59	-40.90	CATEO	BARITINA	AURORA III	49049M2024	AURORA DEL NORTE S.R.L.	Estructura ENE-WSW - Ex Mina Bari
CFI-BA-002	20224-02	-67.62	-40.90	CATEO	BARITINA	AURORA NORTE	49048M2024	AURORA DEL NORTE S.R.L	Ex Mina Tacurú - Baritina y Fluorita - Estructura ENE-WSW
CFI-BA-003	20224-03	-67.71	-41.00	CATEO	BARITINA	EL ESCONDIDO	49153M2024	PATAGONIA MINING S.A.S.	Estructura WNW-ESE - Venilla con Baritina
Muestra	ID INTEMIN	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE
CFI-H-001	20223-01	-65.18	-40.39	MINA	HALITA	SALINA EL GUALICHO	22163M1997	ALCALIS DE LA PATAGONIA S.A.I.C.	Muestra superficial de salina
CFI-H-002	20223-02	-65.21	-40.36	MINA	HALITA	SALINA EL GUALICHO	22163M1997	ALCALIS DE LA PATAGONIA S.A.I.C.	Muestra superficial de salina
CFI-S-001	20208-01	-65.29	-40.36	MINA	SALMUERA	SALINA EL GUALICHO	22163M1997	ALCALIS DE LA PATAGONIA S.A.I.C.	Muestra de salmuera inferior a nivel productivo de Halita
CFI-S-002	20208-02	-65.30	-40.37	MINA	SALMUERA	SALINA EL GUALICHO	22163M1997	ALCALIS DE LA PATAGONIA S.A.I.C.	Muestra de salmuera inferior a nivel productivo de Halita
Muestra	-	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE
CFI-A-001	-	-65.03	-41.73	CANTERA	ARIDOS	SG SAND	49171M2024	PATAGONIA MINING S.A.S.	Muestra frente expuesto
CFI-A-002	-	-65.15	-41.62	CANTERA	ARIDOS	CAMPO CEFERINO	38022M2013	DAILOFF, JOSE MARIA; LOPEZ, MIRTA A.	Muestra frente expuesto
CFI-A-003	-	-65.36	-41.59	CANTERA	ARIDOS	LA ANTENA	49305M2024	IRIBARREN, NELSON	Muestra material tratado en hormigonera - Material proveniente de cantera La Antena
Muestra	ID INTEMIN	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE
CFI-F-001	20225-01	-65.37	-41.68	MINA	HIERRO-FOSFORO	PECHECA	138102M1949	MCC MINERA SIERRA GRANDE S.A.	Trituración primaria
CFI-F-002	20225-02	-65.37	-41.68	MINA	HIERRO-FOSFORO	PECHECA	138102M1949	MCC MINERA SIERRA GRANDE S.A.	Descarte
CFI-F-003	20225-03	-65.37	-41.69	MINA	HIERRO-FOSFORO	PECHECA	138102M1949	MCC MINERA SIERRA GRANDE S.A.	Dique de cola
CFI-F-004	20225-04	-65.37	-41.68	MINA	HIERRO-FOSFORO	PECHECA	138102M1949	MCC MINERA SIERRA GRANDE S.A.	Concentrado
CFI-F-005	20225-05	-65.36	-41.55	MINA	HIERRO-FOSFORO	SAN MARTIN	129695M1948	MCC MINERA SIERRA GRANDE S.A.	Trinchera
Muestra	ID INTEMIN	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE
CFI-D-001	20136-01	-69.80	-41.44	MINA	DIATOMITA	ANECON	57499M1956	SOL MINERALES Y SERVICIOS S.A.	Nivel medio de mayor calidad
CFI-D-002	20136-02	-69.80	-41.44	MINA	DIATOMITA	ANECON	57499M1956	SOL MINERALES Y SERVICIOS S.A.	Nivel inferior menor calidad
CFI-D-003	20136-03	-69.79	-41.44	MINA	DIATOMITA	ANECON	57499M1956	SOL MINERALES Y SERVICIOS S.A.	nivel B menor calidad. Intercalaciones con tobas.
CFI-D-004	20136-04	-69.67	-41.35	MINA	DIATOMITA	AURORA	38078M2013	SOL MINERALES Y SERVICIOS S.A.	Diatomita con abundante arcilla, opalo y trazas de manganeso
CFI-D-005	20136-05	-69.67	-41.35	MINA	DIATOMITA	AURORA	38078M2013	SOL MINERALES Y SERVICIOS S.A.	Muestra nivel inferior de frente, alto porcentaje de manganeso
CFI-D-006	20136-06	-69.81	-41.43	MINA	DIATOMITA	PILQUIN BLANCO	22002M1997	MINERA COMIRNA S.R.L.	Nivel inferior de mayor calidad, color blanquecino
CFI-D-007	20136-07	-69.70	-41.35	MINA	DIATOMITA	GUILLERMINA	22181M1997	MOLIENDA TANDILIA S.A.	Muestra nivel inferior, se observa blanquecina con rastros de manganeso
CFI-D-008	20136-08	-69.57	-40.97	MINA	DIATOMITA	E. M. LEO (DOROTEA)	24141M1999	MINERA JOSE CHOLINO E HIJOS S.R.L.	Frente de al menos 7m. Coloración muy blanca y al tacto muy liviana
CFI-D-009	20136-09	-69.68	-41.35	MINA	DIATOMITA	E. M. NORTE (LIF MAHUIDA)	153263M1968	S/SUC. AB INTESTATO ORESTE CALAMARA	Frente de al menos 7 m. Se observa mayor contaminación de manganeso
CFI-D-010	20136-10	-69.68	-41.34	MINA	DIATOMITA	27 DE SEPTIEMBRE	1059M1977	CALAMARA - ACONQUIJA	Frente de 1.2 metros de exposición. Se observa alto porcentaje de óxidos de Mn.
CFI-D-011	20136-11	-69.68	-41.34	MINA	DIATOMITA	LIF MAHUIDA	14000M1977	S/SUC. AB INTESTATO ORESTE CALAMARA	Frente de 3 metros con alto porcentaje de Mn. Hacia la base se observa mas blanquecina y menos densa
CFI-D-012	20136-12	-69.36	-41.47	MINA	DIATOMITA	SAN PEDRO	55949M1955	MELLADO, JOSEFINA	Frente de 4 metros sin presencia de Mn. Presenta lajeamiento y debilidad al tacto. Delezable
CFI-D-013	20136-13	-69.67	-41.34	MINA	DIATOMITA	E. M. MARCELA (NANCO)	14019M1989	ROJAS, MARIA CRUZ	Nivel inferior. Identificado como de calidad A
CFI-D-014	20136-14	-69.67	-41.34	MINA	DIATOMITA	E. M. MARCELA (NANCO)	14019M1989	ROJAS, MARIA CRUZ	Nivel superior. Identificado como de calidad B
CFI-D-015	20136-15	-69.66	-41.34	MINA	DIATOMITA	E. M. FENICIA (NANCO)	11101M1986	SVETLIK, CARLOS	Nivel medio. Identificado como de calidad C
Muestra	ID INTEMIN	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE
CFI-Y-002	20137-01	-67.68	-38.88	CANTERA	YESO	DON EUGENIO	24054M1999	FARRES, JOSE EUGENIO	Yeso de secc. Inf del frente. Nodular. Matrix con coloración negra, Mn
CFI-Y-003	20137-02	-67.68	-38.88	CANTERA	YESO	DON EUGENIO	24054M1999	FARRES, JOSE EUGENIO	Yeso secc. Sup. Nodular. Hacia el techo cristalina y oscura.
CFI-Y-004	20137-03	-67.68	-38.89	CANTERA	YESO	-	-	-	Zona oleoducto. Yeso nodular con poco carbonato.
CFI-Y-005	20137-04	-67.58	-39.03	CANTERA	YESO	LUCIA	44335M2019	DURLOCK S.A.	Muestra de composito. 20m. Yeso masivo, nodular, lam
CFI-Y-006	20137-05	-67.98	-38.64	CANTERA	YESO	-	-	-	Yeso nivel Superior Fm Allen. contacto con Fm. Jaguel fosilifera.
Muestra	ID INTEMIN	Longitud	Latitud	PROPIEDAD	MINERAL	NOMBRE	EXPEDIENTE	TITULAR	DETALLE
CFI-B-001	20134-01	-67.76	-38.14	MINA	BENTONITA	SAN SEBASTIAN	6051M1982	MINERA JOSE CHOLINO E HIJOS S.R.L.	Seccion inferior bentonita. 0.4m de mayor calidad
CFI-B-002	20134-02	-67.76	-38.14	MINA	BENTONITA	SAN SEBASTIAN	6051M1982	MINERA JOSE CHOLINO E HIJOS S.R.L.	Sección Superior 0.1m. menor calidad. Color verde oliva
CFI-B-003	20134-03	-67.75	-38.14	MINA	BENTONITA	DORA	9054M1984	MINERA JOSE CHOLINO E HIJOS S.R.L.	Sección Inferior. Reducido con Py fresca
CFI-B-004	20134-04	-67.92	-38.70	MINA	BENTONITA	LAGO PELLEGRINI III	21026M1996	MINERA JOSE CHOLINO E HIJOS S.R.L.	Bentonita celeste. Al menos 40cm de espesor
CFI-B-005	20134-05	-67.80	-38.91	MINA	BENTONITA	CARHUE IX	37124M2012	MINERALES PATAGONICOS S.A.	Manto N°2
CFI-B-006	20134-06	-67.80	-38.91	MINA	BENTONITA	CARHUE IX	37124M2012	MINERALES PATAGONICOS S.A.	Manto N° 4
CFI-B-007	20134-07	-67.80	-38.91	MINA	BENTONITA	CARHUE IX	37124M2012	MINERALES PATAGONICOS S.A.	Adsorbente de micotoxinas - Marrón oscuro
CFI-B-008	20134-08	-67.80	-38.91	MINA	BENTONITA	CARHUE IX	37124M2012	MINERALES PATAGONICOS S.A.	Adsorbente de micotoxinas - Marrón claro

Tabla 1: detalle de las muestras tomadas en diferentes sectores de la Provincia y su numeración correspondiente.



Figura 16: detalle de muestra CFI-B-003.



Figura 17: detalle de manto yesífero perteneciente al Mb. Superior de la Fm. Allen. Muestra CFI-Y-006.



Figura 18: perfil de extracción del sector de muestra CFI-B-004. El nivel productivo se encuentra sobre nivel de piso.



Figura 19: detalle de muestras de bentonita CFI-B-004.



Figura 20: frente de explotación correspondiente a las muestras CFI-Y-002 y CFI-Y-003.



Figura 21: detalle de muestra CFI-Y-002.



Figura 22: detalle de muestra CFI-D-001 de calidad superior. Obsérvese la fractura concoidea, coloración y presencia de ópalo color verde.



Figura 23: detalle de óxidos de manganeso presentes en la muestra. Asimismo, se observan impurezas (ceniza y arcillas).



Figura 24: contacto entre la "mora" (ceniza volcánica) y banco de diatomeas.



Figura 25: frente de explotación de la empresa Sol Minerales y Servicios SA. Sector de muestras CFI-D-001 a CFI-D-005.



Figura 26: detalle de veta de Baritina correspondiente a la muestra CFI-BA-002 – Ex Mina Tacurú.



Figura 27: detalle de veta de Baritina correspondiente a la muestra CFI-BA-001 – Ex Mina Bari.



Figura 28: detalle de veta de Baritina en asociación con Fluorita correspondiente a la muestra CFI-BA-003.



Figura 29: frente expuesto de Caolín correspondiente a muestra CFI-C-002.



Figura 30: acopio de material correspondiente a la trituración primaria de la Mina Sierra Grande. Muestra CFI-F-001.



Figura 31: detalle de frente expuesto correspondiente a la muestra de áridos CFI-A-001.



Figura 32: detalle de frente expuesto correspondiente a la muestra de áridos CFI-A-002.



Figura 33: detalle de agregado fino correspondiente a la muestra CFI-A-003.



Figura 34: detalle de agregado grueso correspondiente a la muestra CFI-A-003.



Figura 35: detalle de nivel de Halita correspondiente a la Salina de Gualicho. Se observa en la imagen el nivel productivo de pocos centímetros de espesor y con coloración bien blanquecina. Por debajo niveles con mayor contaminación.



Figura 36: ojo de agua observado en la Salina de Gualicho. Se observa la forma circular por donde asciende el fluido.

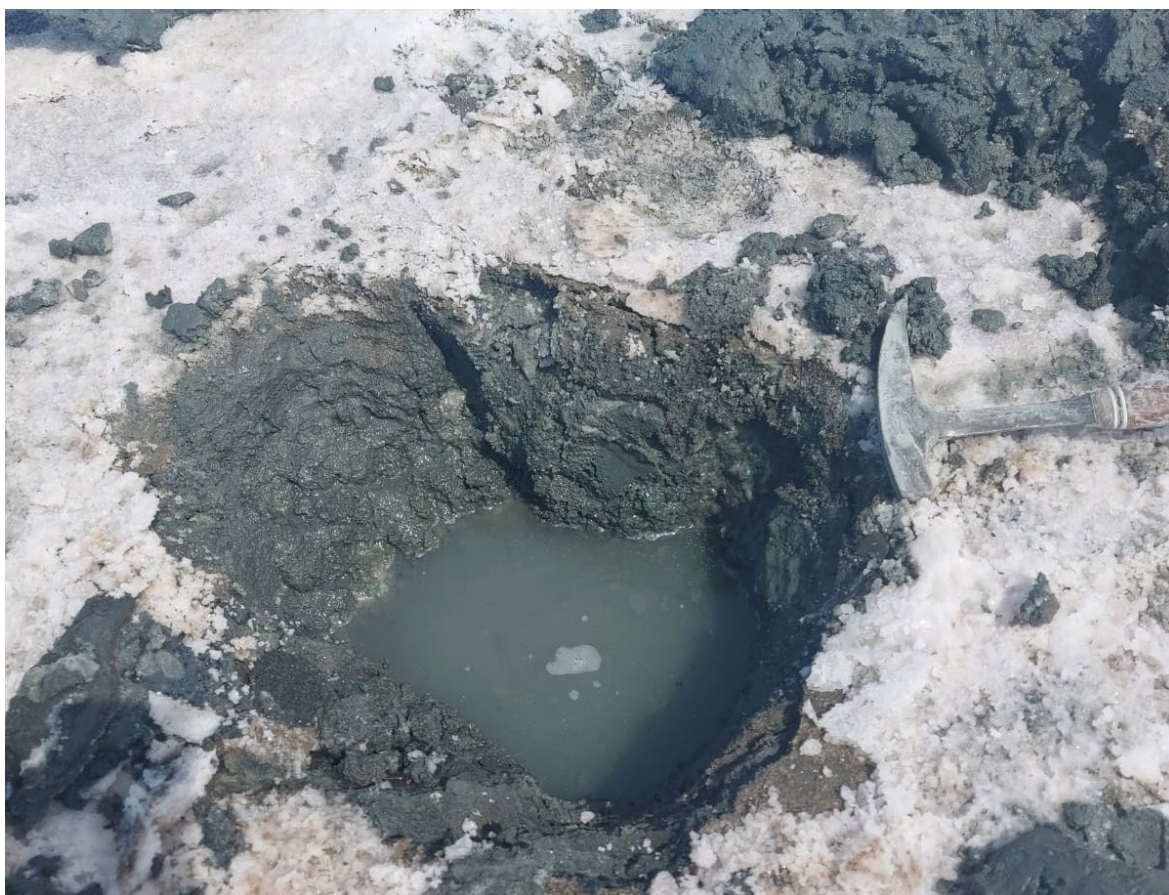


Figura 37: detalle de orificio realizado para muestreo de salmuera de aproximadamente 1 metro de profundidad. Se observa el primer nivel productivo y por debajo la presencia de lodo de coloración oscura y con olor putrefacto.

Entrevistas a productores

Primer Campaña de Constatación – 25/08 al 1/09

- 26/08/2024 Cantera de Yeso “Don Eugenio” – Productor Minera José Cholino e Hijos SRL.

Geología: nivel productivo perteneciente al miembro superior de la Fm. Roca, la cual se compone de tres miembros. Miembro inferior compuesto por carbonatos fosilíferos, el miembro medio por calizas y arcilitas y el miembro superior compuesto por niveles yesíferos. Este nivel presenta un espesor de aproximadamente 14 metros en el área de cantera.

Reservas: en el sector occidental de la cantera “Don Eugenio” se determinó a partir de perforaciones de aire reverso y análisis de muestras una reserva mineral de aproximadamente 1.5 millones de toneladas de yeso con un total de diez años de producción. Ley media 91% de sulfato de calcio.

Exploración: se iniciarán tareas de exploración en el sector oriental de la cantera “Don Eugenio” para ampliar reservas minerales. Asimismo, se están iniciando tareas de reconocimiento del nivel productivo hacia el norte y oeste de la propiedad minera.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza mediante perforaciones en mallado y colocación de explosivos. Este servicio es subcontratado por la empresa. Una vez realizada la etapa inicial, el material desprendido del frente es transportado y procesado mediante trituración a mandíbula hasta llegar a tamaño de 1 pulgada. Luego se utiliza trituración de molino hasta llegar a tamaño de 2 mm.

Comercialización: los tres productos finales de comercialización que realiza la Minera Cholino son en total tres. El principal cliente y de mayor demanda es la empresa Durlock, la cual utiliza este material para la fabricación de placas de yeso para la construcción. Este material debe presentar una ley entre 89 y 92% de sulfato de calcio. Los dos restantes clientes y de menor demanda están representados en el mercado de yeso para construcción (bolsas) y yeso agrícola, el cual es utilizado en los campos productivos para neutralizar la acidez de los suelos.

Deficiencia productivas y económicas: Cristian Cholino, responsable de la extracción e industrialización del yeso en cantera comenta que principalmente las deficiencias actuales que presentan, es la falta de créditos para inversión mediante los cuales optimizar la línea productiva dentro de cantera (trituración en cadena). Asimismo, los mayores costos actualmente que imposibilita la apertura de nuevos clientes o mercados, es el alto coste de transporte.

- 27/08/2024 Proyecto de Bentonita “Aguará” – Productor Minera José Cholino e Hijos SRL.

Geología: nivel productivo perteneciente al miembro medio de la Fm. Allen. La columna completa de la Fm. Allen está compuesta por tres miembros. El miembro inferior arenoso, actualmente explotado como arenas para fracturación hidráulica hacia el sur del Río Negro, el miembro medio arcilloso y productor de bentonitas y el miembro superior compuesta por carbonatos y niveles yesíferos (explotados en la antigüedad).

Exploración: el Proyecto Aguará se compone de 23 propiedades mineras, de las cuales hasta el momento sólo se han extraído material del sector norte. Las tareas de exploración y extracción continuarán hacia el sector sudoeste del mismo.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza únicamente con maquinaria pesada, retroexcavadora y pala cargadora, donde los máximos espesores de destape alcanzan los 22 metros hasta encontrar el nivel productivo de mayor calidad. Estos niveles productivos, en el sector del Proyecto Aguará, están representados por dos niveles principales, uno superior de aproximadamente unos 10 cm de espesor, el cual se apoya sobre un nivel guía tobáceo y otro inferior de aproximadamente unos 40 cm de espesor. Una vez extraído el material, el mismo es depositado en una playa de secado para la pérdida de humedad y posterior trituración.

Comercialización: los principales mercados que se proveen de la bentonita del Proyecto Aguará incluye la industria petrolera, como aditivo en lodos de perforación de diversas calidades y en la industria metalúrgica donde la bentonita participa en la composición de moldes para fundición de piezas. Si consideramos los espesores de destapes acumulados en sector de mina, actualmente el Proyecto Aguará presenta un considerable volumen de

material arcilloso de menor calidad pero con propiedades similares a los niveles productivos. Es por esto, que actualmente se encuentran desarrollando el mercado de la bentonita como piedra sanitaria para gatos. La exigencia principal de éste, es una arcilla de color claro por cuestiones únicamente estéticas. El procesamiento de este material de destape se está realizando actualmente en la cantera de yeso “Don Eugenio” pero asimismo se está finalizando la planta de procesamiento en “Aguará”.

Deficiencias productivas y económicas: Mario Cholino, encargado de la producción de la bentonita de la empresa, expresó que la mayor deficiencia que encuentran actualmente es la logística de transporte del material, el cual por los altos costos han perdido mercados tanto nacionales como internacionales. El comentario en común es que no es algo provincial únicamente, sino a nivel nacional.

- 29/08/2024 Proyecto de Bentonita “Carhue IX” – Productor Minerales Patagónicos S.A.

Geología: nivel productivo perteneciente al miembro medio de la Fm. Allen. La columna completa de la Fm. Allen está compuesta por tres miembros. El miembro inferior arenoso, actualmente explotado como arenas para fracturación hidráulica hacia el sur del Río Negro, el miembro medio arcilloso y productor de bentonitas y el miembro superior compuesta por carbonatos y niveles yesíferos (explotados en la antigüedad).

Exploración: las exploraciones por parte de la empresa han sido a lo largo de varios años mediante perforaciones y muestreos, recorriendo todos los sectores cercanos al Lago Pellegrini. Actualmente se encuentran proyectando nuevas tareas exploratorias.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza únicamente con maquinaria pesada, retroexcavadora y pala cargadora, donde los máximos espesores de destape alcanzan los 15 metros hasta encontrar el nivel productivo de mayor calidad. Este nivel productivo de mayor calidad, en el sector del presente proyecto está caracterizado por una bentonita de unos 17 centímetros aproximadamente. La columna sedimentaria se encuentra muy bien estudiada, con un muestreo sistemático y un uso específico para cada nivel arcilloso. Luego de ser extraído el mineral, es secado en una playa para luego ser enviado a planta para su trituration y embolsado según destino final.

Comercialización: los principales mercados que se proveen de la bentonita del Proyecto Carhué IX incluye la industria petrolera, como aditivo en lodos de perforación de diversas calidades y en la industria metalúrgica donde la bentonita participa en la composición de moldes para fundición de piezas, nutrición animal y piedra sanitaria para gatos. Algo a destacar de la empresa, es su laboratorio especializado en desarrollar nuevos mercados para el material presente. De esta manera han podido desarrollar y encontrar un mercado para la totalidad de la columna sedimentaria.

Deficiencias productivas y económicas: personal de la empresa nos comentan que las principales deficiencias se refieren a temas logísticos y de impuestos a nivel provincial/nacional. Destacan las altas retenciones a la industria y los altos costos portuarios (Buenos Aires). Referido a la logística y transporte terrestre, comentan que han podido balancear los costos a partir de camiones que vuelven desde Río Negro a Buenos Aires vacíos, luego de traer mercadería a la provincia. Por otro lado, destacan como negativo el desuso del tren del valle, en el cual enviaban material a Buenos Aires y desde esta localidad, realizaban un traspaso al tren con recorrido Bs. As – Brasil.

- 30/08/2024 Proyecto de Bentonita “Gustavo” – Productor Buntech del Lago S.A.

Geología: nivel productivo perteneciente al miembro medio de la Fm. Allen. La columna completa de la Fm. Allen está compuesta por tres miembros. El miembro inferior arenoso, actualmente explotado como arenas para fracturación hidráulica hacia el sur del Río Negro, el miembro medio arcilloso y productivo de bentonitas y el miembro superior compuesta por carbonatos y niveles yesíferos (explotados en la antigüedad).

Exploración: las tareas de exploración por parte de la empresa comenzarán en los próximos 15 días, donde iniciarán tareas de perforación hacia el norte, donde los espesores del nivel con mayor pureza tienden a ser mayores.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza únicamente con maquinaria pesada, retroexcavadora y pala cargadora, donde los máximos espesores de destape alcanzan los 14 metros hasta encontrar el nivel productivo de mayor calidad. Este nivel productivo de mayor calidad, en el sector del presente proyecto está caracterizado por una bentonita de unos 70 centímetros aproximadamente. La columna sedimentaria se encuentra muy bien estudiada, con un muestreo sistemático y un uso específico para cada nivel arcilloso. Luego de ser extraído el mineral, es secado en una playa para luego ser enviado a planta para su trituración y embolsado según destino final. La producción mensual en mina es de aproximadamente unos 6 a 7 mil toneladas en bruto.

Comercialización: el principal mercado del mineral procesado y de diversas calidades es exportado a la casa central de la empresa ubicada en el país vecino del Brasil. Los mercados que abarcan son amplios y variados, dentro de lo que se incluye la metalurgia (moldes), filtrantes y clarificantes, agro, higiene y limpieza, plásticos, tintas, entre otras. Asimismo, parte de la producción es consumida por el mercado interno el cual actualmente se encuentra reducido por la disminución de la actividad económica del país.

Segunda Campaña de Constatación – 15/09 al 22/09

- 16/09/2024 Mina de Diatomita “Cona” y “Aurora” – Productor Sol Minerales.

Geología: nivel productivo perteneciente a la Fm. La Pava. El sector presenta 3 niveles productivos de mayor pureza, de los cuales la empresa productora los separa por niveles de calidad entre A, B y C. En la columna sedimentaria se observan los niveles bien marcados, dado que los de mejor calidad tienen un color blanquecino destacable. El resto de los niveles están compuestos por diatomea, pero la cantidad de cenizas volcánicas y arcillas involucradas hacen que no sean de la calidad necesaria para su comercialización. Dentro de la mina Cona, la presencia de ópalo color verde disminuye la calidad de los espesores productivos. En total el frente de explotación tiene 12 metros y con un destape o encape de 7 metros, el cual debe ser retirado hasta llegar a los niveles de mayor calidad. En el sector de la mina Aurora, los depósitos de diatomeas presentan menor calidad, con mayor presencia de manganeso y mayor peso específico debido al aumento de material arcilloso.

Exploración: las tareas de exploración se realizan mediante cateos en el sector para darle continuidad a los niveles productivos.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza mediante maquinaria pesada únicamente, se realiza la limpieza del encape o destape para luego extraer los niveles de mayor pureza y de interés. Una vez realizada la extracción, el material es esparcido en canchas de secado en la misma mina. Este proceso se genera a partir de las temperaturas y el viento de la localidad de Jacobacci. Una vez que al material se le extrae la humedad, el mineral es procesado mediante una trituración. Los tamaños dependen del mercado final.

Comercialización: nutrición, absorbentes industriales y absorbentes sanitarios de mascotas.

Deficiencia productivas y económicas: falta de insumos en Jacobacci, se debe traer repuestos entre otros desde Buenos Aires.

- 17/09/2024 Mina de Diatomita “Pilquin Blanco” – Comirna

Geología: nivel productivo perteneciente a la Fm. La Pava. En la columna sedimentaria se observan los niveles bien marcados, dado que los de mejor calidad tienen un color blanquecino destacable. El resto de los niveles están compuestos por diatomea, pero la cantidad de cenizas volcánicas y arcillas involucradas hacen que no sean de la calidad necesaria para su comercialización. Estéril total de 6.5 metros, más 5.8 metros de mineral. Niveles de cenizas aumenta su espesor y los niveles de diatomeas se acuan. Se ve un basculamiento hacia el oeste.

Exploración: las tareas de exploración se realizan mediante cateos en el sector para darle continuidad a los niveles productivos.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza mediante maquinaria pesada únicamente, se realiza la limpieza del encape o destape para luego extraer los niveles de mayor pureza y de interés. Una vez realizada la extracción, el material es esparcido en canchas de secado en la misma mina. Este proceso se genera a partir de las temperaturas y el viento de la localidad de Jacobacci. Una vez que al material se le extrae la humedad, el mineral es procesado mediante una trituración. Los tamaños dependen del mercado final.

Comercialización: piedra para gatos, polvillo para industria del petróleo y absorbentes en alimentación.

- 18/09/2024 Mina de Diatomita “Guillermina” – Productor Molienda Tandilia

Geología: nivel productivo perteneciente a la Fm. La Pava Destape de 6 metros con mayor manganeso, nivel de ceniza con 60 cm productivos por encima, luego de la ceniza 4 metros de mayor calidad. El nivel productivo se pierde hacia el sur.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza mediante maquinaria pesada únicamente, se realiza la limpieza del encape o destape para luego extraer los niveles de mayor pureza y de interés. Una vez realizada la extracción, el material es esparcido en canchas de secado en la misma mina. Este proceso se genera a partir de las temperaturas y el viento de la localidad de Jacobacci. Una vez que al material se le extrae la humedad, el mineral es procesado mediante una trituración. Los tamaños dependen del mercado final.

Comercialización: Producto únicamente sanitario y el descarte (polvillo) para industria petrolera (absorbente para derrames).

- 18/09/2024 Mina de Diatomita “Dorotea” – Productor Minera Jose Cholino e Hijos SRL

Geología: se realizó visita y muestreo en el sector de mina Dorotea. Actualmente se encuentra inactiva, pero se observaron rastros de laboreos y bigbags con material procesado. En este sector, se observó un cambio muy importante referido al espesor del material de mayor calidad. Se observaron espesores de hasta 7 metros de potencia continua, de coloración muy blanca, muy liviana y pura. El nivel de mora identificado presentaba un espesor de 10-20 cm, prácticamente no hay presencia de ceniza volcánica mezclada con los niveles productivos. Las muestras se disgregan con mayor facilidad.

- 19/09/2024 Mina de Diatomita “Estaca Norte” - “Estaca Este” – 27 de septiembre” y “Lif Mahuida” – Productor Calamara.

Geología: nivel productivo perteneciente a la Fm. La Pava. La producción de este yacimiento está dividido en 4 sectores totalmente diferenciables por su calidad. El sector Norte y Este son muy similares en potencia de nivel productivo y calidades. Presenta 2 metros y medio de mayor pureza en el sector inferior de la columna, continúan 3 metros más con manganeso y más sucias, finalizando con 3 metros y medio más de encape. El yacimiento 27 de septiembre presenta menor encape. Nivel inferior tiene 1.2 metros y es una diatomita bastante blanca pero menor espesor productivo. Finalmente el yacimiento Lif Mahuida presenta 4.5 metros de espesor productivo.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza mediante maquinaria pesada únicamente, se realiza la limpieza del encape o destape para luego extraer los niveles de mayor pureza y de interés. Una vez realizada la extracción, el material es esparcido en canchas de secado en la misma mina. Este proceso se genera a partir de las temperaturas y el viento de la localidad de Jacobacci. Una vez que al material se le extrae la humedad, el mineral es procesado mediante una trituración. Los tamaños dependen del mercado final.

Comercialización: mayor porcentaje de piedrita sanitaria, el fino absorbente y un porcentaje separan según el cliente que le pida mayor pureza.

- 19/09/2024 Mina de Diatomita “San Pedro” – Productor Mellado Josefina – Mina Abandonada.

Geología: nivel productivo perteneciente a la Fm. La Pava. 4 metros productivos de una diatomita blanquecina, muy liviano, muy pura, prácticamente no tiene encape, lajeada y se deshacía en la mano. Sin manganeso y sin óxidos.

- 20/09/2024 Mina de Diatomita “Nanco” – Productor MyS Minerales.

Geología: nivel productivo perteneciente a la Fm. La Pava. El sector presenta 3 niveles productivos de mayor pureza, de los cuales la empresa productora los separa por niveles de calidad entre A, B y C. En la columna sedimentaria se observan los niveles bien marcados, dado que los de mejor calidad tienen un color blanquecino destacable. El resto de los niveles están compuestos por diatomea, pero la cantidad de cenizas volcánicas y arcillas involucradas hacen que no sean de la calidad necesaria para su comercialización.

Exploración: las tareas de exploración se realizan mediante cateos en el sector para darle continuidad a los niveles productivos.

Minado – Procesamiento: la extracción del mineral se realiza mediante maquinaria pesada únicamente, se realiza la limpieza del encape o destape para luego extraer los niveles de mayor pureza y de interés. Una vez realizada la extracción, el material es esparcido en canchas de secado en la misma mina. Este proceso se genera a partir de las temperaturas y el viento de la localidad de Jacobacci. Una vez que al material se le extrae la humedad, el mineral es procesado mediante una trituración. Los tamaños dependen del mercado final. Hacen un blend que es 40% C; 20% B; 40% A. Producen 50Tn/día (producto final). Planta 365 días, campo de agosto a mayo (producción mina). La roca sale con un 80% de humedad y la disminuyen hasta un 20%. Tienen 3 frentes de explotación y en km 18 está esperando la servidumbre de paso para activarla. Hasta 36 metros de frente. El nivel inferior es el A, blanco liviano, sin manganeso. No se observa opalo. El nivel medio era el calidad C y el superior Calidad B. Hacia el este se acuña y disminuye la calidad. No venden a granel, solo producto finalizado.

Comercialización: absorbente de humedad para industria agrícola. Piedra sanitaria y polvillo para absorbente en la industria petrolera.

Tercer Campaña de Constatación – 03/11 al 10/11

En esta sección solo se transcribe la entrevistas realizada a la empresa ALPAT, la cual produce Halita en la Salina El Gualicho. Los demás sectores visitados para su muestreo fueron sectores prospectivos-exploratorios o de minas abandonadas.

- 07/11/2024 Mina de Halita “Salina El Gualicho” – ALCALIS DE LA PATAGONIA

Geología: Estos depósitos pueden clasificarse en dos categorías principales. La primera corresponde a los sedimentos pelíticos salinizados o barreales, los cuales están conformados por limos y arenas de origen aluvial que presentan una alta concentración de sales. La segunda categoría incluye los depósitos de salinas y salitres propiamente dichos, como aquellos localizados en el interior de la salina del Gualicho. Estos últimos son explotables durante las temporadas de sequía mediante el sistema de cosecha de la capa superficial, lo que permite aprovechar los recursos salinos presentes en esta región.

Exploración: En el sector no se han realizado tareas de exploración, más allá de la realización de extracción y espesores de capa de halita a ser extraída. Actualmente, el nuevo encargado del yacimiento Juan Pablo Suarez ha comenzado a realizar un muestreo en las propiedades mineras de la empresa para la identificación de pureza y niveles con mayor contaminación con magnesio. Asimismo, existen sectores donde no se ha realizado nunca una extracción del mineral.

Minado – Procesamiento: el minado del nivel productivo se realiza entre los meses de noviembre y abril, donde las temperaturas pueden evaporar el agua acumulada de las épocas de lluvia. La capa productiva varía de 1 a 4 cm de espesor y es la que se renueva anualmente por precipitación de halita a partir de la evaporación del agua de lluvia. Por debajo se encuentra la capa “madre” la cual no es explotada. Se encuentra muy compacta debido al laboreo existente y presenta cristales euhedrales de halita de variable tamaño. Las tareas para realizar la cosecha del nivel productivo, inicia con las tareas de “raspado” mediante cuchillas para luego ser acordonados mediante estructuras en forma de “V”. Una vez realizado este proceso, ingresan los equipos de captación y carga del mineral en bateas para su acopio. Estos equipos presentan cintas para elevar el mineral y un brazo lateral para cargar sobre las bateas. Una vez acopiado el mineral en un sector específico para esta tarea, el mineral es descansado por 1 año para realizarle el lavado y sacar impurezas tales como restos de sedimentos, magnesio (mayor problema) y calcio. La producción promedio del último año fue de 500 mil toneladas de sal. Finalizado el lavado, el mineral es transportado a la planta de ALPAT el cual es convertido en salmuera y combinado con el carbonato de calcio para generar el carbonato de sodio.

Comercialización: el 80% del producto finalizado es consumido por la industria del vidrio, tanto para industria de construcción, automotriz y de alimentación. Asimismo, se comercializa para la industria química como regulador de acidez como así también tratamientos de efluentes. Un mercado al cual han ingresado en un período corto durante el 2024, es el del litio. El carbonato de sodio es utilizado dentro del proceso de obtención de carbonato de litio. Actualmente la empresa se encuentra en búsqueda de disminución de costos para poder ingresar al mismo. En cuestiones de técnica, el carbonato de sodio debe ser de mayor pureza. Desde la empresa indican que el producto fabricado por ALPAT es de mayor calidad que la de origen chino y estadounidense.

ANEXO 2: Desempeño productivo minero por mineral en Río Negro

Sal común

La sal común (cloruro de sodio) es uno de los minerales más versátiles y esenciales en una variedad de industrias. La razón subyacente a esto es su casi ilimitada gama de aplicaciones en la que actúa como una materia prima utilizada en la producción de productos industriales de primera generación, en particular, hipoclorito de sodio, soda cáustica y carbonato de sodio, y desempeña un papel crucial en el complejo la dieta humana en forma de fuente de sabor y condimento.

En cuanto al consumo industrial, la sal común es vital en la producción de varios productos químicos. Por ejemplo, el hipoclorito de sodio se emplea extensamente como desinfectante y agente blanqueador en la industria de los productos de limpieza. La soda cáustica, o hidróxido de sodio, es necesaria en la fabricación de papel y detergentes, así como en la refinación del aluminio. El carbonato de sodio, también llamado soda ash, se emplea en la industria del vidrio, detergentes y productos químicos utilizados en el tratamiento de aguas. Los bienes fabricados no sólo son esenciales para su consumo, sino también para los bienes intermedios necesarios para otros procesos, lo que recalca la importancia estratégica de la sal común en la cadena de la producción.

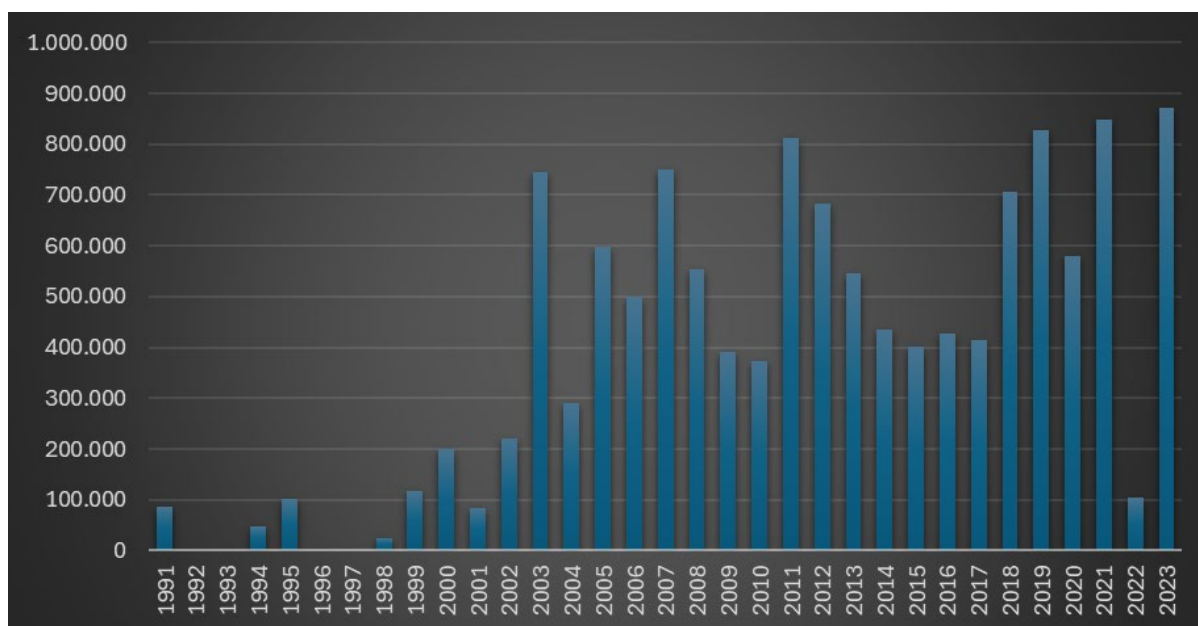
La sal común tiene muchas aplicaciones más allá de su uso como fuente de sabor salado. Por ejemplo, incluso se utiliza como anticongelante en las carreteras y en la saponificación para la producción de jabón. En la industria química, la sal común yodada se utiliza como un reactivo electrolítico, incluso en procesos de galvanoplastia. Además, se aplica en otras esferas de la industria alimentaria, ya que, como conservante, prolonga la vida útil de los productos y es esencial en la industria cárnica y pesquera.

Respecto a la actividad, la evolución de la producción de sal en la provincia de Río Negro entre 1991 y 2023, aumenta a lo largo del tiempo, aunque con fluctuaciones. Para el período 1991-2002, la producción se mantiene estable y en niveles relativamente bajos (70.470 toneladas promedio). Sin embargo, a partir de 2003 se observa un salto importante en términos de cantidades producidas (744.000 toneladas), seguido de un período que, a pesar de su volatilidad, alcanzó un nivel de producción promedio del orden de 560.601 toneladas. Cabe destacar que durante el año 2022 se registró una caída histórica en la cosecha de sal debido a los efectos de la importante sequía de aquel año.

Por último, se destaca que 2023 es uno de los años donde mayor producción se generó en el período, registrándose cerca 870.805 toneladas. Esto podría estar reflejando un aumento en la actividad en las salinas de la región.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SAL EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Las salinas El Gualicho, ubicada en el Gran Bajo del Gualicho en el centro norte de la provincia de Río Negro. Con una profundidad que alcanza los -73 metros bajo el nivel del mar, el salar El Gualicho es una de las más grandes de la región. La superficie total es de aproximadamente 180 km². La estructura está en manos de tres principales establecimientos: Álcalis de la Patagonia S.A.I.C., UNIPAR INDUPA S.A.I.C., y El Gualicho de Adán Estevanancio.

Álcalis de la Patagonia (ALPAT) es el único productor de carbonato de sodio en los países sudamericanos. Esta fábrica, ubicada en Punta Delgado cerca de San Antonio Oeste, posee una capacidad instalada de 225.000 toneladas por año y produce carbonato de sodio mediante el proceso Ammonium-Soda, también conocido como proceso Solvay. El carbonato de sodio es un insumo esencial en la producción de vidrio y productos de limpieza. La proximidad de la fábrica de aisladores a los principales centros industriales del país, como la bahía de Bahía Blanca y el Gran Buenos Aires, permite el suministro eficiente de carbonato de sodio a los compradores y reduce el costo del transporte, haciéndolo más competitivo en un mercado interno.

Además, UNIPAR INDUPA S.A.I.C. a través de su filial Unipar Carbocloro, utiliza la sal producida en la Salina El Gualicho para la fabricación de PVC y soda cáustica en su planta de Bahía Blanca. Al mismo tiempo, PVC es adecuado para la producción de construcción, tuberías, cables y revestimientos. Todos estos productos muestran el uso estratégico de la sal marina en varias industrias clave necesarias para la economía argentina.

El potencial de la sal común en Argentina es alto. Además de la industria química y alimentaria, la sal extraída en la Salina El Gualicho tiene un mercado en específico en la producción de cloro, el cuál es un elemento crítico en la purificación de aguas y en la industria del petróleo, ya que se utiliza en la extracción y refinación de los hidrocarburos.

La localización estratégica de La Salina El Gualicho a 35 km en línea recta al noroeste de la localidad de San Antonio Oeste. La cercanía a un puerto como San Antonio Oeste favorece enormemente la logística de exportación, abaratando costos y facilitando el acceso a mercados internacionales.

En resumen, el potencial económico de la Salina El Gualicho va mucho más allá de su propia producción. Dada la naturaleza en formación de la salina, la extracción de la sal implica la constante formación de nuevas capas de su material constituyente. Por lo tanto, es posible considerar la salina como una fuente garantizada de cloruro de sodio para décadas por venir, lo cual hace que esta inversión sea considerablemente mucho más atractiva. Al mismo tiempo, esto puede impulsar las investigaciones hacia las nuevas aplicaciones industriales del cloruro de sodio.

Yeso

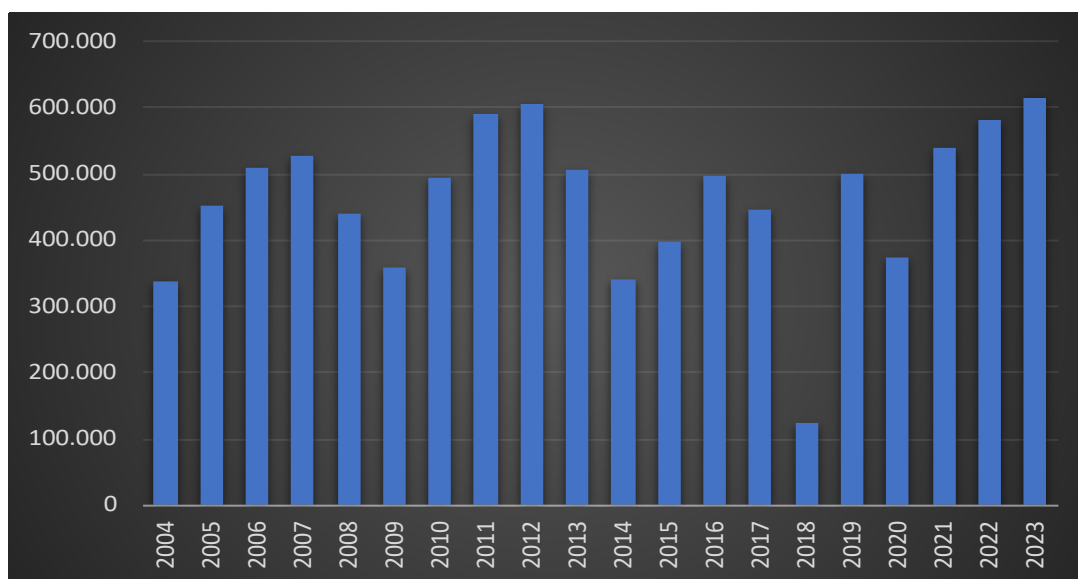
El yeso, químicamente llamado sulfato de calcio dihidratado $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, es uno de los depósitos minerales más versátiles y ampliamente utilizados en la industria a nivel mundial. Esto se debe a las propiedades muy útiles que adquiere gracias a la combinación de dos moléculas de agua. Calcinando el yeso se puede obtener sulfato de calcio hemihidrato $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$, conocido como yeso cocido o estuco. Este material se convierte en la base para más del 90% de las aplicaciones industriales del yeso. En esencia, la capacidad del yeso de rehidratarse y endurecerse rápidamente en presa, conocido como fraguar, es su característica más valiosa.

El yeso en Río Negro comenzó a explotarse a principios del siglo XX, en las proximidades de General Roca, y luego se extendió a otras áreas, incluida Allen y la región de Confluencia. El desarrollo de la industria de la construcción en Argentina ha llevado a que aumente la demanda del mineral. Principalmente, se utiliza para producir placas de yeso, que se emplean extensamente en la construcción de casas y centros comerciales.

Prácticamente durante toda la década del '90, la producción se mantuvo estable y en niveles bajos, promediando en dicho periodo 85.117 toneladas, comenzando un proceso de aumento recién en 1998. A partir de este punto, la producción de yeso tuvo un crecimiento prácticamente ininterrumpido hasta el año 2007 donde alcanzó las 527.642 toneladas. Luego de ello, ocurre una caída que toca un piso en 2009 (358.836 toneladas) para luego recuperarse y alcanzar un máximo en 2012 de 600.000 toneladas. Al año 2014 se presenta una fuerte caída, produciéndose en valores cercanos a los de 2004 (341.157 toneladas). Luego comienza un cambio de tendencia positiva, alcanzando en 2022 un total de 582.470 toneladas. En 2023 alcanza un nuevo pico de producción superando los máximos del año 2012 con 616.000 toneladas.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE YESO EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 2004-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

El yeso tiene un amplio rango de aplicaciones industriales, siendo la más significativa su uso para la fabricación de placas de yeso destinadas a la construcción. Las placas de yeso son un material esencial para erigir tabiques, revestimientos y cielorrasos ya que además de su capacidad de aislamiento térmico y acústico, son resistentes al fuego. La relativa facilidad de manejo y su amplia disponibilidad y bajo precio lo convierten en un material de elección de la industria de la construcción. Otra aplicación industrial significativa del yeso es su utilización en la producción de cemento Portland como retardador del fraguado. Dado el fuerte vínculo del cemento con el crecimiento de la construcción en Argentina, el yeso ocupa un lugar relevante.

El yeso de mayor pureza, aunque disminuido, también es un componente clave en la agricultura, entre otros usos. Se emplea en la recuperación de suelos sódicos, comunes en la cuenca del Río Negro, mediante la formación del sodio el cambio de calcio; esto produce que el suelo, mejore su estructura y retención de agua y nutrientes.

Hoy en día, varios yacimientos de yeso están en funcionamiento en la provincia de Río Negro: doña Eugenio, Pierucci y Lina, Edgar, Julio y Leo, en las cercanías de Allen y General Roca. Estos yacimientos abastecen al mercado local y nacional y alrededor del veinticinco por ciento de la producción se destina a la industria de la construcción y la fabricación de cemento. Además, el registro minero provincial incluye varios yacimientos inactivos: la mayoría de ellos se concentran en las áreas de General Roca, Allen, Cinco Saltos y Catriel. Aunque actualmente no se emplean, en caso de un aumento significativo en la demanda de yeso podrían volver a abrirse en el futuro y, por lo tanto, se consideran como una oportunidad de empleo gratuito potencial.

Bentonita

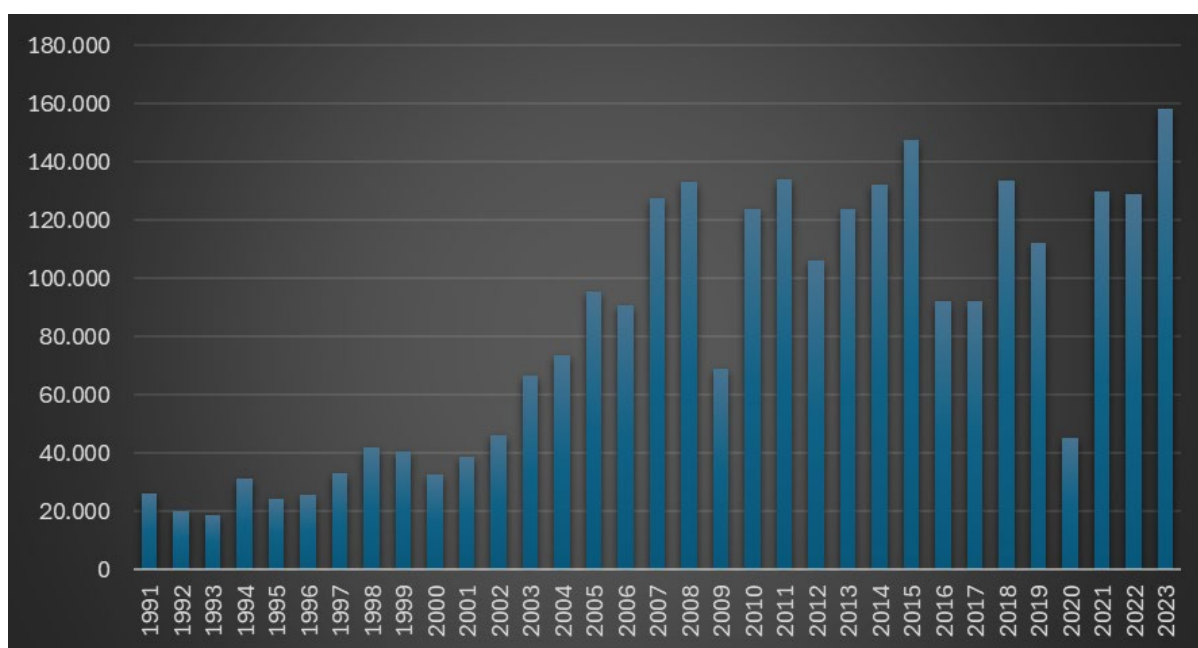
Los minerales bentoníticos son minerales arcillosos con una composición principal en esmectitas, normalmente montmorillonita, acompañada en menor proporción por cuarzo y feldespatos. Las bentonitas son minerales de clasificación industrial en la medida en que sus propiedades útiles se derivan de su disposición para intercambiar cationes entre láminas de su estructura atómica, fenómeno que crea una serie de aplicaciones industriales. Existen dos categorías primordiales de bentonitas: las sódicas, que son expandibles, y las cálcicas, que no son sensibles al agua. Las primeras son fundamentales en la preparación de lodos de perforación.

La bentonita ha logrado insertarse y cumplir un rol relevante en el entramado productivo local debido a su multiplicidad de usos. A través de su empleo como lodo de excavación y revestimiento, le permitió penetrar en los últimos años, en la actividad petrolera en la Patagonia.

Aunque a pesar de su impulso de los últimos años, la industrialización de las bentonitas en la provincia se inicia en la década del '50, en las proximidades del lago Pellegrini, para el abastecimiento de la creciente demanda de la industria del petróleo. Sin embargo, durante los primeros años de la década de los '90 la producción de bentonita se mantiene relativamente baja promediando las 30.184 toneladas. Recién a partir de 2001, se produjo un rápido crecimiento alcanzando en el año 2008 valores cercanos a las 130.000 toneladas. Con posterioridad, la producción muestra algunas variaciones con cifras que oscilan entre 40.000 y 160.000 toneladas, alcanzando en 2023 el máximo histórico.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BENTONITA EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Por otro lado, las bentonitas de Río Negro se destacan por su pureza, con un promedio del 95% de esmectita y son particularmente valiosas en el mercado por sus propiedades químicas puras. Su pureza y calidad del intercambio catiónico las hace particularmente adecuadas para innovaciones en el mercado y aplicaciones industriales especializadas como por ejemplo obras civiles, peletización de minerales de hierro y aditivo en fertilizantes, especialmente en los suelos agrícolas debido a la alta capacidad de retener agua y nutrientes.

En cuanto a su producción, en la provincia de Río Negro se encuentran operativas varias propiedades mineras de bentonita. Los más grandes de ellos son los emplazamientos cerca del lago Pellegrini, Allen, Cinco Saltos y General Roca. Por un lado, estos emplazamientos abastecen el mercado interno, pero por otro lado tienen un gran potencial para exportaciones, sobre todo al mercado regional vecino, Brasil, donde la bentonita argentina es muy apreciada por su calidad.

En síntesis, la bentonita tiene un alto potencial económico en Argentina. En primer lugar, es uno de los principales insumos en la industria del petróleo, ya que la demanda de lodo de perforación se vuelve alta en función de la exploración y explotación de hidrocarburos en el país. Además, el compuesto se utiliza en la fundición de metales y la construcción, lo que lo convierte en un recurso estratégico para varias industrias manufactureras. Así, la capacidad de Argentina Río Negro de producir bentonita de alta calidad es una ventaja competitiva.

Arcillas

Las arcillas definidas en términos de arcillas que no son bentonitas ni caolines consisten principalmente en minerales de illita y clorita. Estos materiales son muy prometedores para su uso en la preparación de pastas cerámicas, tanto rojas como blancas, por sus propiedades físicas y químicas. Además de ello, hay un gran número de depósitos de arcillas útiles para el uso industrial en la provincia de Río Negro, lo que indica la importancia económica de las arcillas para la provincia.

Los depósitos de arcillas observados en Río Negro están directamente relacionados con otras formaciones geológicas de la provincia, y su calidad y pureza están vinculadas con su mineralogía y el ambiente de sedimentación vehiculizante. Estos factores se utilizan para su clasificación y tipificación, lo que marca su potencial para el uso industrial. Entre las más comunes, se pueden mencionar las arcillas rojas, que formaron lodos fluviales eólicos en Nassau, Arcillas y Tufos y Currú Levalle, empleados en la fabricación de ladrillos cerámicos y arcillas blancas, utilizadas en la industria de cerámica de precisión.

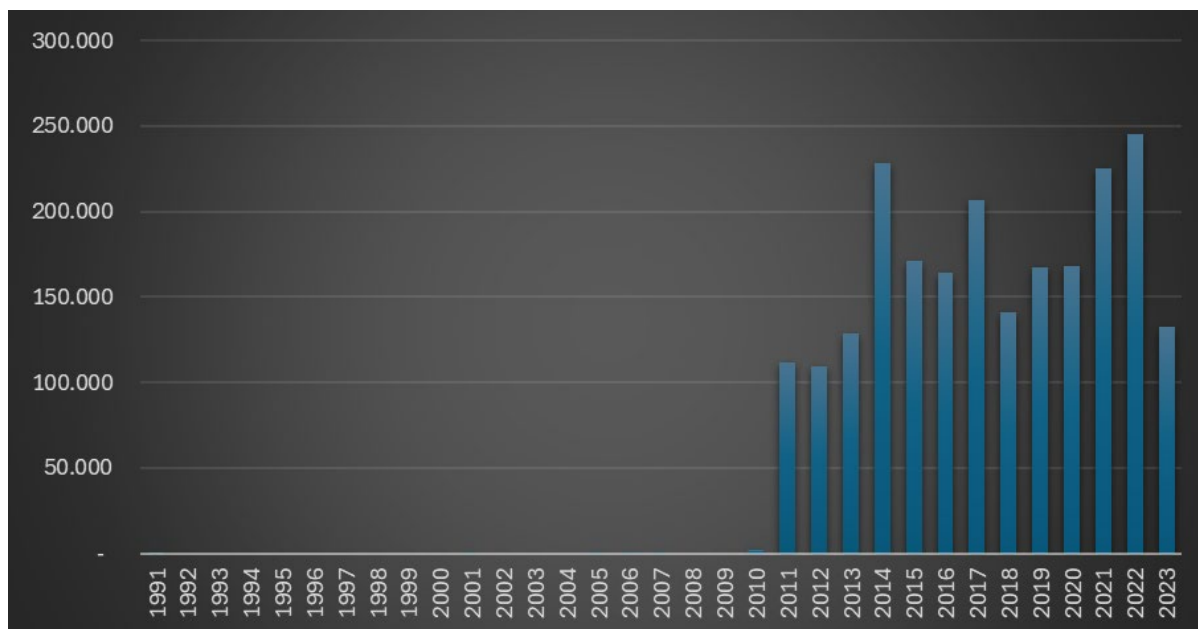
Desde una perspectiva histórica, la explotación de arcillas en Río Negro ha sido un componente clave de la economía local. Se debe señalar que la minería de arcillas refractarias y plásticas se realizaba en los departamentos de Pilcaniyeu y Ñorquinco, aplicándose principalmente para ladrillos y otro tipo de materiales de construcción. A pesar de esto, la industria local disminuyó en gran medida a lo largo de los años debido al costo creciente del transporte y la competencia con otros materiales, lo que llevó a un período de inactividad.

Es recién en 2011, cuando comienza una etapa de producción significativa que se expande rápidamente en los años subsiguientes hasta alcanzar un máximo en 2014 de 227.998 toneladas. Luego, revierte su tendencia tocando un piso en 2018 (141.089 toneladas). Al año siguiente, comienza a crecer nuevamente y en 2022 alcanza otro máximo (245.093

toneladas). En 2023 cae a niveles de producción apenas por arriba de 2011, lo que marca que menos arcillas se extraen y se demandan.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ARCILLAS* EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



* Incluye limo arcilloso

Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

El uso industrial preponderante de las arcillas en Río Negro es la fabricación de ladrillos cerámicos, debido a la relación calidad-precio con los materiales de aporte, la durabilidad, la resistencia al fuego y las propiedades aislantes; en su oportunidad, Cumalleu ha sido empresa pionera en la explotación de arcillas rojas en la provincia, hecho que en la actualidad denota al Alto Valle como uno de los principales asentamientos de la fabricación de ladrillos.

Además de la fabricación de ladrillos, las arcillas de Río Negro se utilizan en la industria cerámica que elabora azulejos, vajillas y diversos productos de cerámica blanca. A pesar de que los depósitos de arcillas blancas de la provincia se encuentran inactivos en la actualidad, la calidad de los mismos hace que posean un alto potencial en la actividad, posible de ser reactivado, y explotado. En particular, en aquellas partes del mundo urbano que exigen productos de cerámica de excelente calidad.

En conclusión, las arcillas tienen un gran potencial económico en Argentina. En particular, la construcción es un motor principal del desarrollo urbano y rural en el que se utilizan ladrillos cerámicos y otros productos hechos de arcilla como material fundamental en todas las construcciones. Además, la exportación de productos cerámicos elaborados de alta calidad podría generar nuevas oportunidades en el extranjero, especialmente en América Latina.

Caolín

Los caolines son arcillas que consisten principalmente en caolinita, con minerales relacionados como la haloisita, metahaloisita y otras arcillas con alto contenido de alúmina o de sílice en menor proporción. Se caracterizan por ser suaves, blancas y de fácil dispersión en agua y otros líquidos, lo que las hace ampliamente utilizadas en la industria. Por ejemplo, dada su suavidad y no abrasividad, los caolines son ingredientes importantes para fabricar papel y productos similares, en los que la solidez es fundamental. Los caolines de alta calidad también tienen un bajo nivel de impurezas como hierro, titanio y minerales de tierras alcalinas, lo que los hace aún más valiosos.

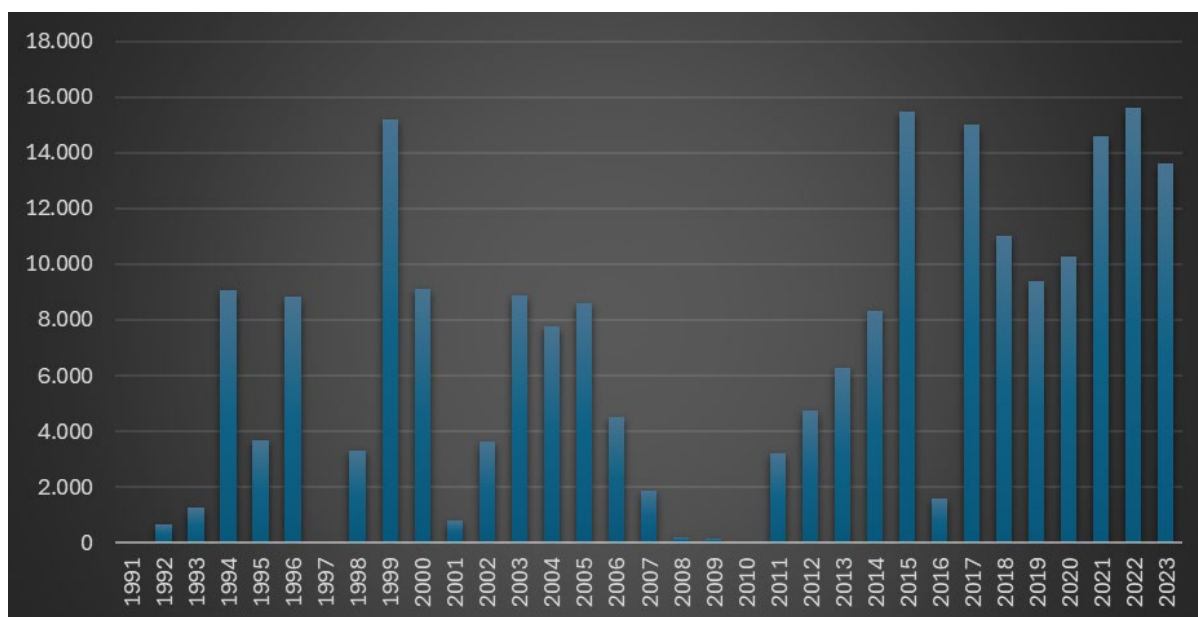
En Argentina, los caolines se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales. Se emplean en la fabricación de productos de cerámica, cemento blanco, es un relleno inerte en la industria del calzado, se incorpora en pinturas, y es un soporte para los productos químicos destinados a la sanitización vegetal y animal. Más de la mitad de la producción del país se utiliza para la fabricación de loza sanitaria, azulejos, loza y porcelana, y el caolín restante como aislante u otras formas.

La provincia de Río Negro tiene una importante producción de caolín; la misma comenzó en la década del 40 del siglo pasado en Los Menucos y se extendió a los yacimientos en Aguada de Guerra y Mamuel Choique. Durante varias décadas, la explotación en la provincia se mantuvo en un mismo nivel de dominio, dirigido, en su mayor parte, a la industria cerámica en Neuquén y en el Gran Buenos Aires. A pesar de la disminución de la actividad de los yacimientos mencionados, un mayor interés de la industria cerámica ha llevado a su reactivación al inicio de la explotación de ciertos yacimientos, entre los cuales los ubicados en Aguada de Guerra y Mamuel Choique son del mayor interés, ya que el caolín que se extrae allí es de excelente calidad y adecuado para la producción de productos cerámicos. Cabe destacar que el caolín de Río Negro es apreciado para la cerámica de color blanco puro, y no contiene cantidades significativas de impurezas, lo que permite su uso en la producción de porcelana sanitaria, loza y porcelana.

En los últimos 23 años, la evolución de la producción de caolín en Río Negro tiene un patrón altamente fluctuante, que refleja la presencia de períodos de actividad intensa seguida de caídas igualmente abruptas. Entre 1992 y 1999, la producción pasó de 656 a 15.226 toneladas, creciendo un 2.221% entre esos años. A partir del año 2000, la producción empieza a caer con una marcada variabilidad alcanzando un valor de apenas 120 tn en el año 2009. Al año siguiente, comienza un período de rápida recuperación, alcanzando la producción un máximo en 2015 con 15.500 toneladas. Si bien el resto de los años están marcados por una marcada variabilidad, la producción promedio se estabiliza en torno a las 12.000 toneladas.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAOLÍN EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

El caolín tiene un alto potencial económico en Argentina. En la industria de la cerámica, el material es indispensable para la producción de azulejos, baños y vajillas, con un importante rol en la producción manufacturera. Además, este material también se puede utilizar como carga mineral en la industria del papel, lo que mejora la suavidad y la opacidad del papel. En el sector de las pinturas, el caolín es una carga que mejora la textura y la consistencia de la pintura. En resumen, la posibilidad de utilizar el material en varias industrias potencia su rol en el desarrollo económico.

Diatomita

Las diatomitas son rocas sedimentarias que consisten en la acumulación de micro esqueletos silíceos de diatomeas: pequeñas algas acuáticas unicelulares. Se trata de rocas de estructura porosa y gran superficie que presentan propiedades tan excepcionales como su alta permeabilidad, bajo peso específico, y magnífica capacidad filtrante y de aislación térmica. Por estas excepcionales características, la diatomita constituye una materia prima de relevancia en muchos campos de la actividad industrial moderna. Sin embargo, hoy en día se siguen investigando las propiedades y posibles aplicaciones de la diatomita en diversas áreas industriales.

Los depósitos de diatomita se encuentran principalmente en un área alargada en sentido norte-sur que se extiende desde Calcatreu hasta Fitaruin, pasando por Ingeniero Jacobacci, en el Departamento 25 de Mayo.

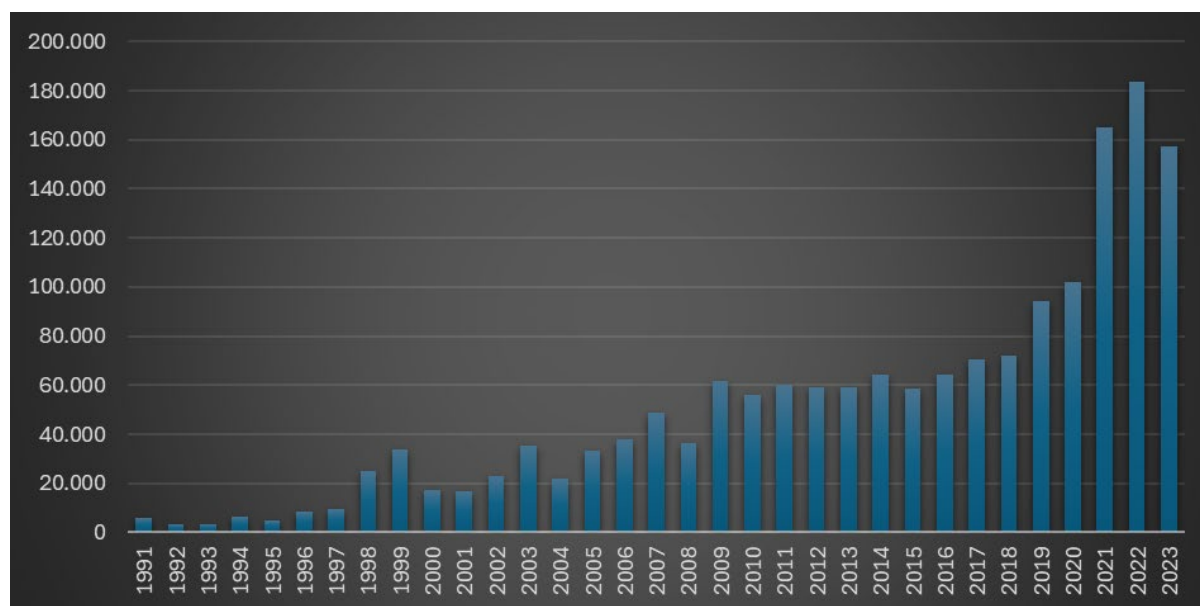
La producción de diatomitas en la provincia de Río Negro se inició en la década de 1940 en Ingeniero Jacobacci, donde se usaron principalmente como decolorante y agente filtrante en la industria del vino y el aceite. Posteriormente, la perlita llegó a sustituir parcialmente a la diatomita en estas aplicaciones con la consiguiente caída de la producción.

Río Negro ha mantenido su liderazgo en la extracción de diatomitas en Argentina, con varias minas activas en la región de Ingeniero Jacobacci. La calidad de las diatomitas extraídas en la provincia, combinada con la infraestructura de molienda y procesamiento disponible, ha permitido que la producción se mantenga competitiva.

Asimismo, la producción de diatomita en la provincia de Río Negro entre 1991 y 1997, se mantuvo en un nivel relativamente bajo, alrededor de las 5.853 toneladas promedio. A partir de 1998, la producción fue creciendo de manera constante hasta 2009 a tasas moderadas (TEA: 7,7%). Entre 2010 y 2016, se produce un período de estancamiento con una tasa TEA del 1,9%, con niveles de producción promedio con niveles en el orden de las 60.000 toneladas. Recién a partir de 2017, se produce un crecimiento exponencial, alcanzando en 2022, valores por encima de 180.000 toneladas de producción. Si bien en 2023 se produce una caída a casi 160 mil toneladas, se mantuvo en niveles elevados similares a los de 2021.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DIATOMITA EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Las diatomitas se utilizan en una amplia gama de aplicaciones industriales debido a sus propiedades especiales. La aplicación más conocida de las diatomitas es que se usan como material de filtración en la industria alimentaria, se emplea en la filtración de productos líquidos, como cerveza y vino, aceites y jarabes comestibles. Debido al hecho de que la diatomita es capaz de capturar impurezas sin afectar el sabor y la calidad del producto, esta es una buena adición a la composición de los materiales de filtración, que es necesaria para la industria alimentaria.

También se utilizan diatomitas como absorbentes en la fabricación de productos para el tratamiento sanitario de animales de compañía, ya que también retiene bien los líquidos y los olores. Un campo importante de aplicación es la producción de cubiertas de vestimenta con propiedades térmicas y acústicas. Esto es posible debido a la baja densidad y alta porosidad. También, en la industria química, las diatomitas actúan como un material ya que tiene una estructura porosa para soportar catalizadores.

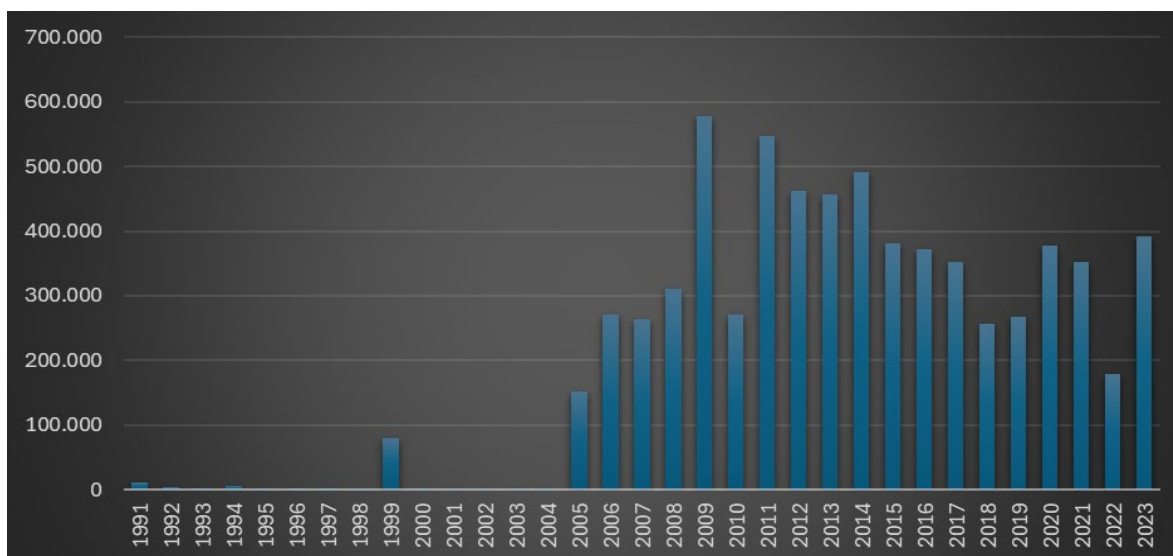
Caliza

La roca sedimentaria de calcio, caliza, compuesta esencialmente de carbonato de calcio, es vital a través de características físicas y químicas para diversas industrias. La provincia posee numerosos afloramientos de caliza de buena calidad, con la mayor parte ubicada en el distrito de Aguada Cecilio y excavación en canteras Valcheta. Estos depósitos garantizan una fuente de materia prima a la industria local. El hecho de que Río Negro haya logrado mantener una producción sostenida de caliza a lo largo de los años, cuando se observa una demanda fluctuante a través de los años, indica la capacidad de resistencia del sector.

En relación a la evolución de su producción en la provincia de Río Negro, en el período 1991-2023, podemos distinguir varios momentos clave. En el período 1991-2004 prácticamente es inexistente su producción, con leves aumentos hacia fines de la década del noventa. Durante este periodo la producción promedio fue de unas 7.610 toneladas. Recién a partir del 2005, se inicia un período de 5 años de aumento sostenido con un pico en 2009 de 577.825 toneladas. Este incremento parece estar relacionado al aumento de la demanda de este material para la obtención de carbonato de sodio, cementos y derivados de la industria de la construcción. Luego de un descenso en 2010, la producción logra recuperarse al año siguiente alcanzado las 547.810 toneladas (segundo máximo histórico). A partir de ahí, inicia un período de decrecimiento en la producción tocando un piso en 2018 (257.220 toneladas). No obstante, logra recuperarse a partir de 2019 manteniendo una tendencia alcista hasta el año 2023 (392.430 toneladas), aunque con niveles similares a los de 2015.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CALIZA EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

El principal uso de la caliza en Río Negro es el asociado a la producción de carbonato de sodio, un componente que se utiliza en la industria química. El principal destino de este producto es la fabricación de vidrio, papel, detergente y otros productos químicos, lo que destaca la importancia estratégica de la caliza en la cadena de suministro de estas industrias.

Otro uso de importancia es la producción de cal, que es producida mediante la calcinación de la caliza, y que se usa en la actividad de la construcción. También se utiliza en la industria para purificar el metal en la siderurgia. A su vez, la caliza puede usarse en la agricultura, para suelos ácidos para mejorar la fertilidad. La cal agrícola, derivada de la caliza, ayuda a combatir la acidez de los suelos, mejorando su rendimiento y la producción. En Río Negro, donde la agricultura es fundamental, este uso tiene un enorme potencial.

Arenas silíceas

Las arenas silíceas, también llamadas arenas cuarzosas, son depósitos sedimentarios compuestos principalmente por granos de cuarzo y, por consiguiente, ricas en sílice. Este recurso esencial es utilizado en varias industrias gracias a sus propiedades físicas y químicas. Entre ellas, la fracturación hidráulica, la manufactura de vidrio, cerámica, metalurgia y fundición, la filtración, y como abrasivo. Por lo tanto, en cualquiera de estas aplicaciones, las arenas deben cumplir con varias especificaciones y requisitos, destacando su valor estratégico para el sector industrial.

Sin embargo, uno de los usos más importantes y en expansión de las arenas silíceas en Argentina está directamente relacionado con la fracturación hidráulica, una técnica utilizada en la extracción de hidrocarburos no convencionales. Este uso es particularmente relevante

en la Cuenca Neuquina, que contiene la formación de Vaca Muerta, una de las reservas de *shale oil* y *shale gas* más grandes del mundo. El hecho de que los depósitos de arenas silíceas de Río Negro se encuentren en las cercanías de la Cuenca Neuquina implica una ventaja competitiva crítica, ya que el transporte es un componente significativo del costo de la fracturación hidráulica.

Las arenas silíceas utilizadas para la fracturación hidráulica deben cumplir con la norma API 19C, que define la calidad de las arenas necesarias para usarlas como agente de sostén en los pozos. Esto significa que las arenas deben ser lo suficientemente puras, con el tamaño de grano adecuado y la resistencia necesaria para soportar la presión dentro de los pozos. Las arenas se utilizan junto con la inyección de agua a presión para romper (fracking) la roca madre del *shale* y generar los canales de conducción internos por donde son extraídos el gas y el petróleo. De acuerdo a la dureza y calidad de las arenas, esos canales se mantienen abiertos y por más tiempo, de allí que se les llame agente sostén. Si bien la arena silícea no posee la misma dureza que la de Entre Ríos, y de las arenas importadas, la cercanía al centro de consumo otorga una ventaja competitiva, siendo que los costos de transporte ocupan una incidencia elevada.

La demanda de estas arenas ha crecido exponencialmente en los últimos años gracias al desarrollo de Vaca Muerta, ya que un solo pozo horizontal requiere puede requerir hasta 11.000 toneladas de arena silícea, esto considerando que cada etapa de fractura estándar de un pozo horizontal no convencional demanda unas 250 toneladas de arena, y un pozo con una rama lateral de 2.500 metros tiene unas 45 etapas de fractura. En el año 2023, se verificó un boom en la demanda de arenas silíceas de Río Negro debido al record de etapas de fracturas de Vaca Muerta para la producción de nuevos pozos con más de 14.000 fracturas en dicha formación con un total de 3,5 millones de toneladas, de las cuales más de la mitad tendrían origen de rionegrino. Con el aumento en curso y potencial de la actividad de perforación y la expansión del *shale* en Neuquén, la demanda de arenas silíceas tiene perspectivas prometedoras en el mercado argentino.

Además de su uso en la fracturación hidráulica, las arenas silíceas son un componente esencial en la fabricación de vidrio, donde se requieren arenas de alta pureza para producir vidrio transparente de calidad. El sector del vidrio en Argentina es robusto, con aplicaciones que van desde envases y botellas hasta ventanas y vidrio plano para la construcción. La capacidad del país para producir vidrio de alta calidad depende en gran medida de la disponibilidad de arenas silíceas de calidad, lo que subraya la importancia de este recurso.

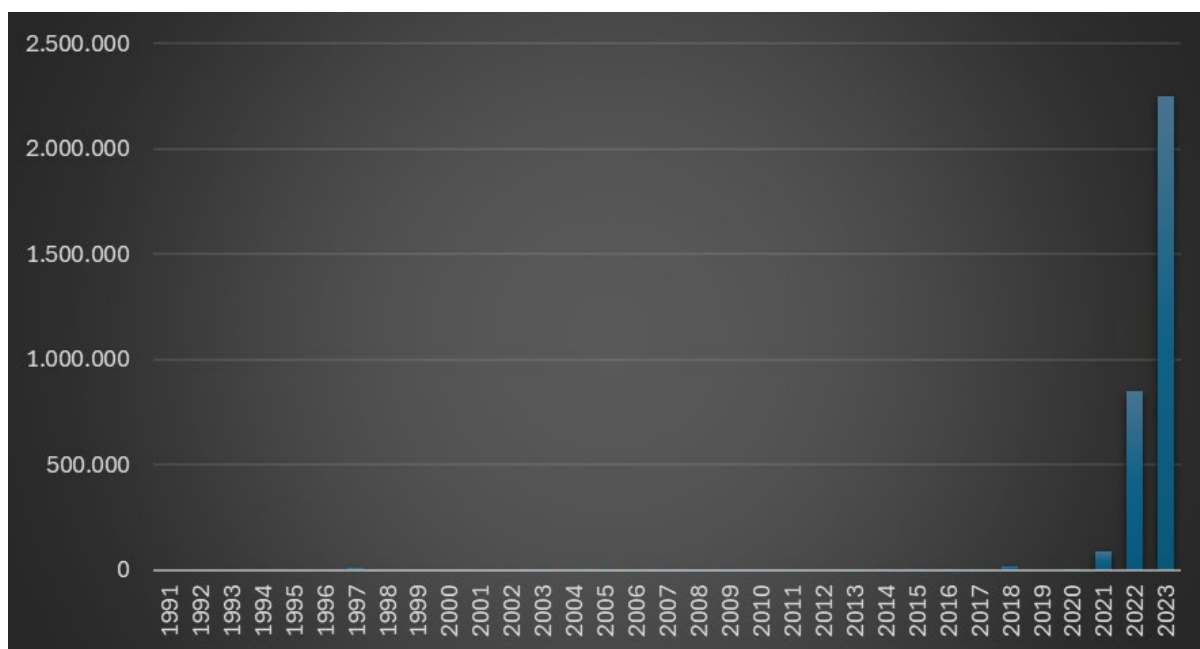
También es importante en la industria de cerámica, que utiliza las materias primas para producir azulejos, porcelana y otros productos. La cercanía de los yacimientos de Río Negro a las fábricas de cerámica de Neuquén y Buenos Aires, facilitará su integración en las cadenas de valor y hará más competitivo a este sector en el mercado nacional e internacional.

En la fundición de metales, las arenas silíceas son un componente crítico porque se usan para fabricar moldes por su resistencia al calor y estabilidad química. La industria metalmeccánica en Argentina incluye a la siderurgia, la producción de aluminio y otros metales, por lo que depende de la accesibilidad a las arenas para mantener su competitividad y eficiencia.

Cómo se puede observar en el siguiente gráfico, la explotación de arenas silíceas es una explotación recientemente en auge. A partir de 2021, ha crecido de manera exponencial y por el momento no parece tener techo, alcanzando en 2023 cantidades superiores a los 2 millones de toneladas.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ARENAS SILÍCEAS EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

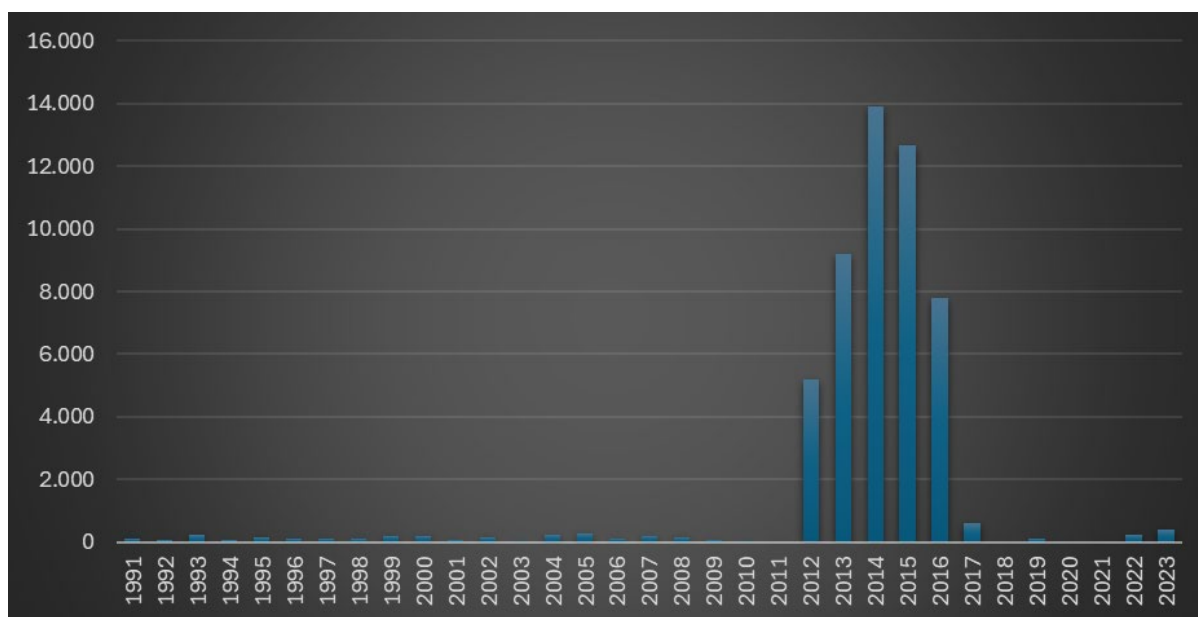
Fluorita

El depósito de fluorita en Argentina, ubicado en el sudeste de la provincia de Río Negro y que se extiende al noreste de Chubut, es el distrito más importante del país. Desde los primeros vestigios de explotación, alrededor de 1952, la fluorita ha sido usada por diferentes industrias, principalmente la siderúrgica ya que permite la eliminación de las impurezas que contienen los aceros durante la fundición. También, es un componente importante en la industria del vidrio y, en cuanto a la química, en la producción de ácido fluorhídrico, que se utiliza para la fabricación de productos farmacéuticos y electrónicos.

Se observa que, en los últimos 23 años la producción de fluorita fue prácticamente inexistente. De hecho, entre 2012 y 2016 alcanzó niveles de hasta 14.000 toneladas, lo que marca los bajos niveles de producción llevados adelante en la provincia de Río Negro.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FLUORITA EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Desde una perspectiva económica, la fluorita tiene un potencial significativo para Argentina, no solo como un recurso en la metalurgia y la química, sino también en nuevas aplicaciones industriales.

Baritina

Constituye otro mineral clave para la industria argentina, principalmente por su empleo como aditivo en los lodos de perforación en la industria petrolera, siendo un elemento fundamental en la exploración y producción de hidrocarburos. Se trata de un mineral con alta densidad que, en la operación de control de la presión en pozos durante las operaciones de perforación, evita los reventones en los pozos y colabora con la ascensión de los recortes de perforación a la superficie.

Además del sector petrolero, la baritina se utiliza en otras industrias debido a sus propiedades físicas y químicas. Se agrega a las pinturas, el caucho y el plástico como relleno para aumentar la resistencia y durabilidad. También se utiliza en la producción de vidrio para reducir la formación de burbujas, lo que mejora la calidad. A su vez, se emplea en la fabricación de radiaciones: los compuestos de la baritina bloquean eficazmente la radiación gamma y de rayos X, por lo que es esencial en la construcción de paredes y techos de la sala de radiología y en general, en la protección radiológica.

La baritina en Argentina, tiene un futuro promisorio gracias al alcance y a la diversidad de sus yacimientos, ubicados, en su mayoría, en la precordillera y en la Cuenca Neuquina. Con una pureza de hasta el 92,4% de BaSO₄, la baritina argentina se presenta en calidad y constituye un recurso que puede contribuir positivamente el desarrollo industrial de un país.

Rocas de aplicación

Áridos (Canto rodado y Arena de construcción)

Los áridos se definen como materiales minerales de origen natural, artificial o reciclado, sólidos e inertes que se emplean, generalmente, en construcción. Los mismos, son entregas indispensables en la fabricación de hormigones, aglomerados asfálticos, bases granulares y en la construcción de infraestructuras tales como caminos y puentes. De acuerdo a su resignación, los áridos se dividen por granulometrías, siendo las mismas grava, arena, limo y escollera.

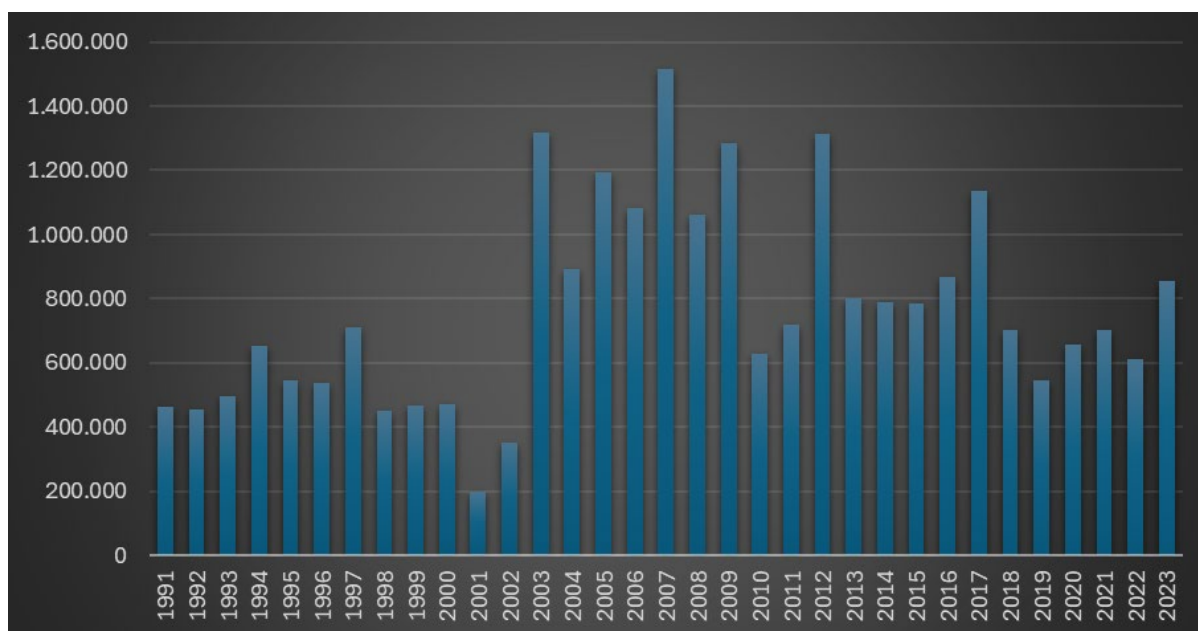
Por otro lado, los áridos también desempeñan un rol estratégico para la construcción y la infraestructura en la provincia de Río Negro. En esta región, el canto rodado y la arena son los tipos de áridos más comunes debido a la abundancia de depósitos fluviales y sedimentarios, permiten una extracción rápida y accesible. Al mismo tiempo, la extracción de materiales de construcción se utiliza no solo para la producción de hormigón, sino también para la construcción de infraestructuras viales y urbanas.

En relación a la producción de áridos en la provincia de Río Negro, entre 1991 y 2023, se evidencian varias fluctuaciones a lo largo del tiempo.

En el período comprendido entre 1991 y 2002, los niveles de producción promedio se encuentran en el orden de las 540.000 toneladas. En el periodo que va desde 2003 a 2017, la actividad asciende a un promedio anual de 1.026.242 toneladas. Sin embargo, entre 2018 y 2023, retorno a valores si bien superiores a los del primer período, muy debajo de los que se alcanzan durante el segundo periodo analizado (679.125 toneladas).

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro.

Canto rodado (Grava)

El canto rodado, con componente de granulometría mayor que la arena, representa una parte considerable de toda la producción minera en la provincia de Río Negro. El aprovechamiento más intensivo de este puede ser su demanda para la construcción de infraestructura para carreteras y uso civil y otras estructuras de transporte, así como para la elaboración de hormigón. La forma redondeada y suave del canto rodado es especialmente beneficiosa en estos casos, ya que proporciona al hormigón cualidades adicionales de durabilidad y resistencia.

El potencial económico de la extracción de canto rodado en Río Negro es considerable. La región posee múltiples fuentes de áridos de granulometría gruesa, que se consideran prácticamente ilimitadas. Las canteras que explotan este material se benefician de la proximidad a las vías de acceso y a los centros de demanda, lo que reduce los costos de transporte y aumenta la competitividad del sector.

El potencial económico máximo de la extracción de canto rodado en Río Negro es definido por la disponibilidad prácticamente ilimitada de múltiples fuentes de áridos de granulometría gruesa. La mayoría de las canteras que explotan este material se ubican en la proximidad de las vías de acceso y de los centros de demanda, lo que contribuye a la reducción del costo de transporte y a la competitividad de la explotación.

Arena para construcción

La arena para construcción es un recurso fundamental utilizado en la industria de la construcción de la provincia de Río Negro, que abarca tanto la construcción civil como proyectos de infraestructura urbana. La mayor parte de la arena se extrae de canteras municipales situadas en las cercanías de los principales centros de demanda, como los valles de los ríos Negro, Limay y Neuquén y se asocian con los depósitos aluviales de sus ríos. Al igual que el material de adoquines, la extracción de arena está estrechamente correlacionada con la industria de la construcción, y, por lo tanto, su producción generalmente se ve afectada por los ciclos económicos.

Río Negro ha sido un productor permanente de arena para la construcción, cuya producción y corte se efectúa mecánicamente, al igual que la de otros áridos, en explotaciones a cielo abierto. Por su parte, las zarandas móviles se utilizan para separar la fracción de arena de la grava y otros constituyentes, con lo que se obtiene un material homogéneo que puede ser empleado en la elaboración de hormigones y mampostería, así como para la ejecución de obras viales. Al estar ubicadas las canteras en las cercanías de importantes centros poblacionales, como General Roca, Cipolletti, y Neuquén, los costos de transporte son reducidos, lo cual las torna competitivas a nivel regional.

Los depósitos fluviales de la provincia y las terrazas aluviales asociadas con el río Negro y sus afluentes son las fuentes más significativas de arena en el área. Los extensos recursos están siendo explotados por particulares, así como organismos públicos, como las municipalidades y el Departamento Provincial de Aguas. Por lo tanto, existe una oferta constante de arena que asegura el acceso a suministro para cumplir con la demanda creciente de materiales de construcción.

Además, la arena también se extrae como subproducto en algunas explotaciones de ripio calcáreo, material que se utiliza con bastante frecuencia en la construcción de caminos y locaciones petroleras. Por lo tanto, uno de los aspectos resaltantes de los áridos en la región es la versatilidad: una misma operación minera puede abastecer distintos materiales para distintas aplicaciones en la industria de la construcción.

Piedra Laja

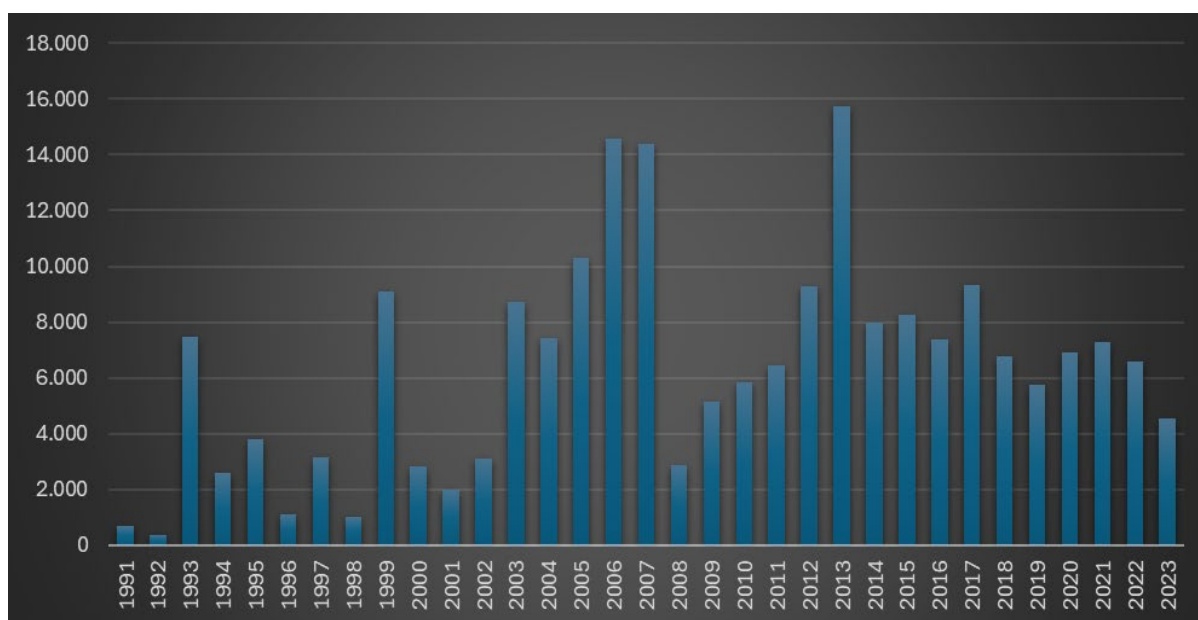
La piedra laja es una roca ampliamente utilizada como piedra ornamental. Su característica más sobresaliente radica en su capacidad de dividirse naturalmente en losas de relativamente poco espesor y superficie bastante plana y lisa, lo que la convierte en un recurso valioso para revestimientos exteriores e interiores, pavimentación y techado. En la provincia de Río Negro, la piedra laja ha sido una fuente importante de actividad económica, existen varias canteras activas en las diferentes variedades de rocas, andesitas, areniscas, calizas, ignimbritas.

En las últimas 2 décadas, la producción de piedra laja en la provincia de Río Negro mostró importantes fluctuaciones. Entre 1991 y 2001, la producción fue relativamente baja, salvo por los picos en 1993 y 1999. Durante este lapso temporal, la producción promedio fue de 3.101 toneladas.

A partir de 2002, la producción comenzó a crecer de manera sostenida. En los años 2006 y 2007 se superó la marca de las 14.000 toneladas. Sin embargo, en 2008, la producción sufrió un retroceso significativo, mostrando una caída del 80,1% i.a. A partir de 2009, se registra otra vez alza, con un 2013 mostrando la cantidad más alta producida en toda la serie, superior a las 15.000 toneladas. A partir de 2014, la producción vuelve a niveles similares a los de 1993, manteniendo hacia adelante una evolución fluctuante con una tendencia decreciente (promediando 7.083 toneladas).

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PIEDRA LAJA EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

La cantera El Abuelo, próxima a Comallo, es una de las pocas activas en la región. El material producido, una arenisca tobácea, ha sido utilizado principalmente en mampostería externa y en revestimientos, así como material de tránsito en numerosas intervenciones llevadas a cabo en San Carlos de Bariloche. A pesar de tener una alta absorción de agua y porosidad, lo que limitaría su uso en exteriores, su resistencia mecánica la torna apta para usos específicos en la construcción.

En Los Menucos, la extracción de piedra laja se desarrolla en un área particularmente accidentada y de relieve, con cerca de 20 canteras activas. La piedra laja extraída aquí se distingue por su variada coloración y excelente lajosidad, lo que la convierte en un excelente material decorativo para revestimiento de paredes y pisos. La baja resistencia a la abrasión de la piedra laja ha inhibido su capacidad de utilización sobre áreas de alto tránsito.

En Ingeniero Jacobacci, la cantera Doña Amelia produce una andesita de alta resistencia, ideal para la construcción de pisos de tránsito medio, baldosas y adoquines. Este material ha sido utilizado en la construcción de aceras y paseos en la localidad, demostrando su versatilidad y durabilidad.

Por último, los procesos de urbanización y construcción de infraestructura garantizan una demanda constante de la extracción de piedra laja y la proximidad de las canteras a las principales áreas de consumo en la provincia de Río Negro y la metrópoli de Buenos Aires garantiza la necesidad de su producción y distribución en el mercado nacional.

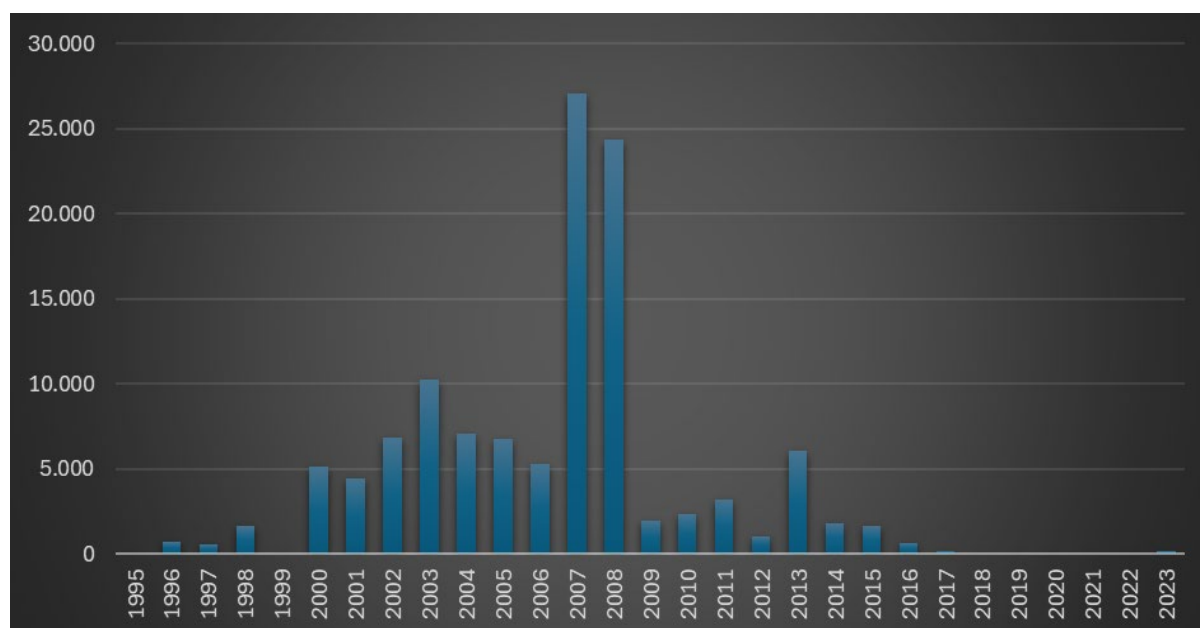
Pórfidos

El “pórfido”, como se conoce comercialmente a una roca ornamental de una considerable dureza y resistencia, es un material con notable potencial económico en Argentina, sobre todo en la provincia de Río Negro. Este es empleado, en esencia, en la fabricación de baldosas para pavimentos y chapas para revestimientos. El aprecio, a lo largo de la historia, por su durabilidad y estética ha consagrado al pórfido como un recurso fundamental para las industrias de la construcción y el diseño.

Entre 1995 y 2023, la producción de pórfidos en la provincia de Río Negro, tuvo una performance bastante pobre. Se observa que, salvo para los años 2007 y 2008, donde alcanzó niveles de producción de 25.000 toneladas promedio, entre 1996 y 2017 la producción promedio fue de 5.413 toneladas. Incluso, desde 2018 a la fecha, prácticamente no se registra actividad. En ese sentido, el último dato disponible correspondiente a 2023 indica una producción de apenas 168 toneladas.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PÓRFIDOS EN LA PROVINCIA RÍO NEGRO. PERÍODO 1991-2023.

Datos en toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección de Estadística y Censos de Río Negro

Uno de los yacimientos de pórfido de Río Negro está cubierto en varias localidades, como Los Menucos, a Sierra Colorada, a Valcheta y a Sierra Grande. La explotación se realiza principalmente en ignimbritas riolíticas y dacíticas. Estos sitios están bien ubicados en términos de geología y tienen muchos afloramientos por metro cuadrado, lo que los convierte en una fuente potencialmente significativa de la materia prima. Además, en Ingeniero Jacobacci, ciertas rocas de andesita se pueden dividir fácilmente en losas y son vendidas comercialmente como pórfidos, extendiendo aún más las opciones para el yacimiento.

La diversificación de sus aplicaciones y la consolidación en la preferencia de los constructores lo han convertido en un componente característico de los exteriores en razón de la resistencia al desgaste con que son capaces de soportar las adversidades climáticas más extremas, tanto por el terreno como por el tiempo. En el caso de los pavimentos, tanto la durabilidad del material como la posibilidad de obtener piezas de grande dimensión atraídas por el tamaño del proyecto, le han dado una preferencia para el alto tráfico; por otro lado, la variedad textural y cromática hacen un considerable valor estético, lo que permite que las edificaciones donde predomine destaquen por valor y originalidad.

Anexo 3: Empleo en la minería de la provincia de Río Negro

En esta sección se toman en cuenta las series de empleo correspondiente a establecimientos que declaran como actividad principal la minera según clasificación de CLAE (divisiones 71; 72; 81 y 89 de Clasificación de actividades económicas-AFIP-) y de las ramas C-14 – explotación de minas y canteras NCP (Clasificador de industrial uniforme -INDEC). Estas son recopiladas también por la Dirección de Estadística Provincial de Río Negro, como por la Secretaría de Minería de la Nación.

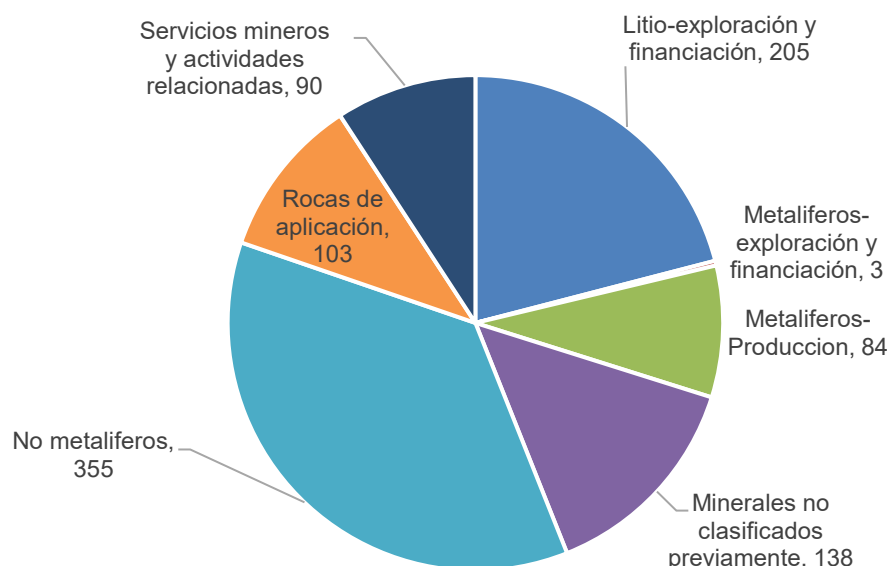
Hay que considerar que si bien las actividades son mineras como en el caso de arenas silíceas, su clasificación como actividad principal se encuentra dentro de actividades relacionadas con la industria petrolera, por lo que generalmente los puestos de trabajo de estas empresas están repartidos entre actividades de servicios de apoyo a la industria petrolera, transporte y minería, siendo este último solo atribuible para aquellos que se encuentran en la cantera realizando actividades de extracción. Debe tenerse en cuenta que, el empleo generado a partir de la actividad minera debería calcularse con el multiplicador de empleo de esta actividad en la provincia de Río Negro para un año determinado.

El último antecedente de este cálculo se realizó en el año 2019 pero para el total del país, a partir del acceso a la base de datos de AFIP de establecimientos de actividad minera por parte del Centro de Estudios para la Producción – del Ministerio de Desarrollo Productivo⁷ en donde se calculó un multiplicador de 2,32 para el total de la minería, lo que implica que por cada empleo generado en esta actividad, se genera 1,32 empleos adicionales provenientes del empleo indirecto en otras ramas, dentro o fuera del establecimiento, siendo las principales ramas afectadas la industria, servicios profesionales, transporte, y hoteles y restaurantes.

Bajo estas premisas, de acuerdo a la última información disponible relevada por la Secretaría de Minería de la Nación y el ex Ministerio de Trabajo a agosto de 2023, la provincia de Río Negro contaba con un total de 978 puestos de trabajo en el sector minero de los cuales unos 458 corresponden a Minerales no metalíferos (355) y Rocas de Aplicación (103), otros 138 no clasificados, unos 205 correspondientes a litio, otros 87 a metalíferos y 90 a servicios mineros y actividades relacionadas.

⁷ Schteingart, D. y Allerand, M. El impacto de la minería argentina en los proveedores locales. Documentos de Trabajo del CCE N° 19, diciembre de 2021, Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO MINERO DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO – PUESTOS DE TRABAJO DIRECTOS - AGOSTO 2023



Fuente: Elaboración en base a Secretaría de Minería de la Nación (SIACAM) y Dirección Provincial Estadística de Río Negro

En cuanto a la evolución, puede identificarse un período entre 2007 y 2014 con un crecimiento sostenido del empleo en el sector minero (TEA: 5,2%) y que estuvo principalmente impulsado por la producción de minerales metalíferos. Este rubro constituyó la mayor parte del empleo en la industria minera durante esos años, siendo el principal generador de puestos de trabajo del sector (50,5% del minero total), acompañado por los no metalíferos (22,0% promedio anual total). Estos últimos se destacan por su estabilidad, contribuyendo a que el sector minero mantuviera una más estable de empleo. En el mismo sentido, la categoría rocas de aplicación, aunque representaron un menor porcentaje en comparación con los metalíferos y los no metalíferos, también aportaron de manera estable puestos de trabajo en la minería rionegrina (8,9% promedio anual total).

A partir de 2015, se observa un cambio importante en la tendencia del empleo, con una marcada disminución que afecta principalmente a los minerales metalíferos, principal causa de la reducción total de puestos de trabajo en la minería hasta 2019 (-87,1% var.i.a.) debido al cierre de la mina Sierra Grande. Sin embargo, no todas las ramas muestran caídas significativas. En los "no metalíferos", aunque también se ve afectado, muestra una variación positiva más moderada, lo que sugiere una mayor resiliencia de este subsector frente a la contracción general del mercado (9,2% var. i.a.).

En el caso del empleo en rocas de aplicación, se observa un comportamiento distinto, con un crecimiento (16,8% var. i.a.) que contrasta con la tendencia descendente predominante en el sector metalífero durante estos años. La estabilidad relativa de este subsector sugiere que, aunque la demanda de materiales de construcción también se vio afectada, su impacto fue menor en comparación con los minerales metalíferos.

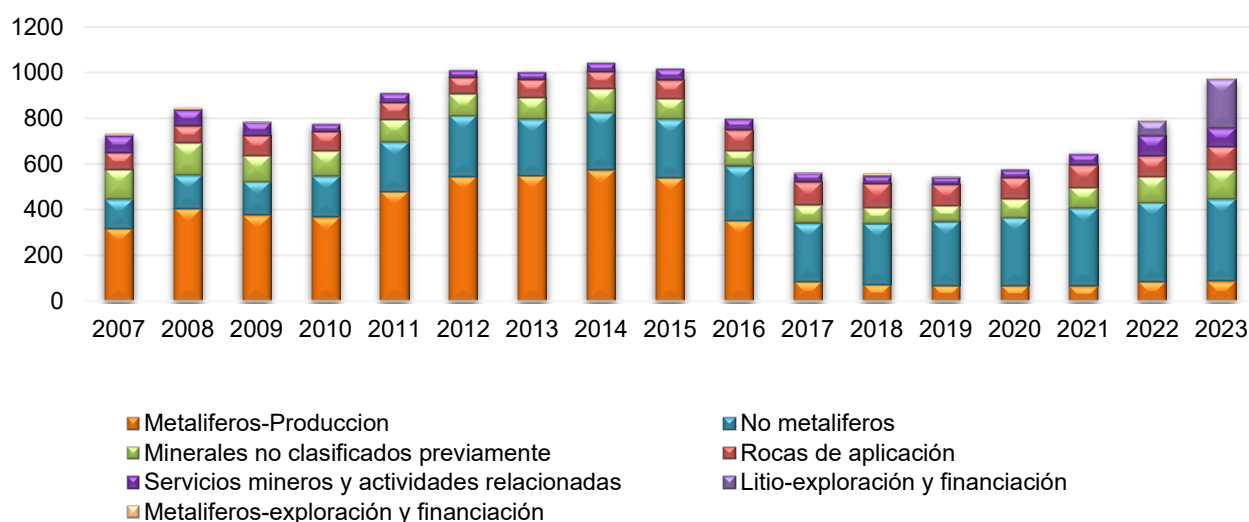
A partir de 2020, se revierte la tendencia agregada producto del aumento en el empleo no metalífero, ocurriendo un cambio significativo a partir de 2022, dado que la exploración y el

financiamiento del litio emerge como un nuevo protagonista. Este subsector, que prácticamente no tenía presencia en los años anteriores, se convierte en uno de los principales impulsores del aumento del empleo en el sector minero de la provincia, debido a la creciente demanda mundial de litio, especialmente para la producción de baterías para vehículos eléctricos y tecnologías limpias, lo que llevó a una mayor inversión en exploración de este mineral en Río Negro. Este crecimiento en el rubro del litio no solo ha compensado parte de las pérdidas de empleo sufridas en los años anteriores, sino que ha creado nuevas oportunidades laborales. Si bien no hay explotación en producción de este mineral, se estima que corresponde a actividades de exploración.

Por último, a diferencia de las provincias del norte de nuestro país donde el litio está presente en salares, en Río Negro el mineral se encuentra en roca dura (pegmatitas). En consecuencia, la extracción debe seguir métodos similares a los de una cantera de áridos, mecanismo de extracción utilizado en países como China, Australia y Brasil.

EVOLUCIÓN DEL EMPLEO EN EL SECTOR MINERO EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO POR CATEGORÍAS. PERÍODO 2007-2023.

Datos en cantidad de puestos de trabajo



Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

En 2023, el empleo minero no metalífero en la provincia fue en total 360 puestos de trabajo, por lo que Río Negro ocupa el tercer lugar a nivel nacional, por detrás de Buenos Aires (700 puestos; 20,9%) y de Salta (370 puestos; 11,1%)

EMPLEO EN EL SECTOR MINERO NO METALÍFERO POR PROVINCIA Y POR GÉNERO. AÑO 2023.

Datos en cantidad de puestos de trabajo y participaciones en % (para género la misma es a nivel provincial)

Ranking en puestos de trabajo	Provincia	Empleo en el sector no metalífero*		Genero	
		Cantidad de puestos de trabajo*	% sobre el total nacional	% masculino	% femenino
	Total País	3.345	100%	87,4%	12,6%
1	Buenos Aires	700	20,9%	85,8%	14,2%
2	Salta	370	11,1%	89,3%	10,7%
3	Rio Negro	360	10,8%	89,6%	10,4%
4	La Pampa	297	8,9%	89,1%	10,9%
5	CABA	202	6,0%	59,4%	40,6%
6	Mendoza	172	5,1%	90,4%	9,6%
7	San Juan	171	5,1%	94,5%	5,5%
8	Jujuy	164	4,9%	86,4%	13,6%
9	La Rioja	148	4,4%	83,3%	16,7%
10	Santiago Del Estero	142	4,2%	93,7%	6,3%
11	Entre Rios	92	2,8%	98,9%	1,1%
12	San Luis	91	2,7%	96,7%	3,3%
13	Tucuman	87	2,6%	90,1%	9,9%
14	Chubut	80	2,4%	95,9%	4,1%
15	Neuquen	78	2,3%	85,0%	15,0%
16	Cordoba	64	1,9%	83,0%	17,0%
17	Santa Fe	49	1,5%	95,9%	4,1%
18	Tierra Del Fuego	37	1,1%	90,0%	10,0%
19	Catamarca	20	0,6%	92,2%	7,8%
20	Santa Cruz	12	0,4%	91,9%	8,1%
21	Misiones	6	0,2%	100,0%	0,0%
22	Corrientes	2	0,1%	100,0%	0,0%
23	Chaco	0	0,0%	100,0%	0,0%
24	Formosa	0	0,0%	100,0%	0,0%

* datos disponibles a noviembre de 2023; Se toma el promedio de puestos de trabajo entre enero y noviembre de 2023.

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

En lo referente al empleo en el sector "rocas de aplicación", para el promedio del año 2023, Río Negro ocupa una posición intermedia en el ranking provincial (posición 11°) con 102 puestos de trabajo, lo que equivale al 1,6% del total nacional de la categoría. De esa forma, la provincia se ubica en una posición muy alejada de las principales provincias empleadoras como son Buenos Aires (2.339 puestos, 37,4%) y Córdoba (1.214 puestos, 19,4%).

El análisis por género muestra que el 9,9% de los trabajadores son mujeres. En comparación al promedio nacional (6,9%), Río Negro se ubica por encima del mismo, mostrando también en este sector una menor desigualdad en términos de género.

EMPLEO EN EL SECTOR DE ROCAS DE APLICACIÓN POR PROVINCIA Y POR GÉNERO. AÑO 2023.

Datos en cantidad de puestos de trabajo y participaciones en % (para género la misma es a nivel provincial)

Ranking en puestos de trabajo	Provincia	Empleo en el sector rocas de aplicación*		Genero	
		Cantidad de puestos de trabajo	% sobre el total nacional	% masculino	% femenino
	Total País	6.249	100%	87,3%	12,7%
1	Buenos Aires	2.339	37,4%	94,2%	5,8%
2	Cordoba	1.214	19,4%	92,1%	7,9%
3	CABA	513	8,2%	94,8%	5,2%
4	Santa Fe	418	6,7%	88,0%	12,0%
5	Chubut	298	4,8%	89,7%	10,3%
6	Entre Rios	270	4,3%	89,9%	10,1%
7	Corrientes	181	2,9%	91,4%	8,6%
8	Misiones	178	2,8%	95,2%	4,8%
9	Salta	117	1,9%	94,0%	6,0%
10	Mendoza	109	1,7%	95,6%	4,4%
11	Rio Negro	102	1,6%	90,1%	9,9%
12	Neuquen	91	1,5%	85,2%	14,8%
13	San Juan	72	1,2%	96,9%	3,1%
14	Santiago Del Estero	68	1,1%	95,6%	4,4%
15	Tucuman	59	0,9%	96,6%	3,4%
16	San Luis	51	0,8%	98,0%	2,0%
17	Formosa	49	0,8%	81,3%	18,8%
18	Chaco	44	0,7%	98,8%	1,2%
19	Catamarca	28	0,4%	100,0%	0,0%
20	La Pampa	24	0,4%	100,0%	0,0%
21	Tierra Del Fuego	9	0,1%	100,0%	0,0%
22	Santa Cruz	7	0,1%	100,0%	0,0%
23	La Rioja	5	0,1%	100,0%	0,0%
24	Jujuy	3	0,0%	66,7%	33,3%

* datos disponibles a noviembre de 2023; Se toma el promedio de puestos de trabajo entre enero y noviembre de 2023.

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

Seguidamente analizamos el tipo de calificación laboral de las tareas que llevan a cabo los trabajadores en los diversos rubros que componen al sector minero, incluyendo en el presente análisis a la actividad privada no minera y al sector público en la provincia de Río Negro en el universo en cuestión. En lo que respecta a dichas tareas, las mismas se clasifican en tres niveles de calificación: alta, media y baja.

Asimismo, la información disponible es al 31 de octubre de 2021 y debido a cuestiones de secreto estadístico, la muestra resulta ser en varios casos acotada. A su vez, en cuanto al diseño de las tablas que se presentan a continuación, las mismas deben interpretarse de la siguiente manera: una mayor tonalidad de color indica un mayor porcentaje de trabajadores con dicha calificación y viceversa.

En términos generales, el principal hallazgo es que el sector minero de la provincia de Río Negro presenta trabajos con calificaciones altas y medias. Tanto la actividad de producción del sector metalífero como el letífero, concentran tareas que requieren una alta calificación. En cambio, los sectores no metalíferos y los de roca de aplicación, requieren puestos de trabajo de calificación media.

Para el caso del sector no metalífero, los puestos de trabajo de calificación media se concentran en “mineros y canteros” con el 37,5% y los “empleados de servicio de apoyo a la producción” con el 12,5%. En relación a rocas de aplicación, el puesto dominante es el de “conductores de camiones pesados” con el 38,3%, seguido de “empleados de servicio de apoyo a la producción” con el 12,8%

Otro dato a destacar en la provincia es que la actividad privada no minera presenta un mayor porcentaje de trabajadores con calificaciones bajas que la industria minera. De hecho, supera entre 4 y 5 puntos porcentuales tanto a los sectores de rocas de aplicación y no metalíferos, que son los sectores mineros que presentan el mayor porcentaje de trabajadores con baja calificación.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO POR RUBRO Y POR TIPO DE CALIFICACIÓN REQUERIDA EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO. AÑO 2021.

Datos en cantidades y en % sobre el total de puestos de trabajo por rubro/actividad.

Río Negro	Total Puestos de Trabajo	Calificación		
		Alta	Media	Baja
Rubro/Sector				
Actividad minera	788	33,9%	61,8%	4,3%
Combustibles Producción	0	s/d	s/d	s/d
Litio-exploración y financiación	23	56,5%	39,1%	4,3%
Litio-producción	1	100,0%	0,0%	0,0%
Metalíferos-exploración y financiación	1	100,0%	0,0%	0,0%
Metalíferos-Producción	211	55,0%	44,1%	0,9%
Minerales no clasificados previamente	296	28,4%	68,9%	2,7%
No metalíferos	187	21,4%	69,0%	9,6%
Rocas de aplicación	47	17,0%	74,5%	8,5%
Servicios mineros y actividades relacionadas	22	18,2%	77,3%	4,5%
Actividades no mineras privado	82	41,5%	45,1%	13,4%
Público	s/d	s/d	s/d	s/d
Total	870	34,6%	60,2%	5,2%

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

A nivel nacional, y en la misma línea que la provincia de Río Negro, la actividad minera también concentra puestos de trabajo que requieren calificaciones altas y medias. A ello se suma que los sectores del litio y metalífero, son los que requieren trabajadores con las mayores calificaciones, mientras que los sectores no metalíferos y rocas de aplicación presentan las mayores participaciones de empleados con baja calificación. Esto último, se observa que es una constante en todas las provincias productoras.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO POR RUBRO Y POR TIPO DE CALIFICACIÓN REQUERIDA EN ARGENTINA. AÑO 2021.

Datos en cantidades y en % sobre el total de puestos de trabajo por rubro/actividad.

Total País	Total Puestos de Trabajo	Calificación		
Rubro/Sector		Alta	Media	Baja
Actividad minera	26.286	32,9%	60,5%	6,6%
Combustibles Producción	73	6,8%	86,3%	6,8%
Litio-exploración y financiación	436	41,7%	56,0%	2,3%
Litio-producción	1.545	48,7%	50,0%	1,2%
Metalíferos-exploración y financiación	111	25,2%	55,0%	19,8%
Metalíferos-Producción	10.342	41,8%	56,9%	1,3%
Minerales no clasificados previamente	3.728	32,0%	60,3%	7,7%
No metalíferos	2.308	21,1%	67,3%	11,6%
Rocas de aplicación	4.768	26,0%	59,0%	15,0%
Servicios mineros y actividades relacionadas	2.975	14,7%	76,0%	9,3%
Actividades no mineras privado	3.559	38,1%	56,3%	5,6%
Público	2.864	23,7%	72,2%	4,1%
Total	32.709	32,7%	61,1%	6,3%

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

EMPLEO DEL SECTOR MINERO NO METALÍFERO POR PROVINCIA Y POR TIPO DE CALIFICACIÓN. AÑO 2021.

Datos en % sobre el total de puestos de trabajo por tipo de calificación a nivel provincial

Sector no metalíferos	Total Puestos de Trabajo	Calificación		
Provincias		Alta	Media	Baja
Buenos Aires	480	23,3%	65,0%	11,7%
CABA	93	36,6%	62,4%	1,1%
Catamarca	23	26,1%	43,5%	30,4%
Chaco	0	s/d	s/d	s/d
Chubut	75	16,0%	78,7%	5,3%
Córdoba	58	6,9%	53,4%	39,7%
Corrientes	0	s/d	s/d	s/d
Entre Ríos	2	0,0%	100,0%	0,0%
Formosa	0	s/d	s/d	s/d
Jujuy	130	23,1%	60,8%	16,2%
La Pampa	294	10,5%	61,2%	28,2%
La Rioja	34	14,7%	58,8%	26,5%
Mendoza	24	29,2%	58,3%	12,5%
Misiones	8	0,0%	75,0%	25,0%
Neuquén	61	37,7%	57,4%	4,9%
Río Negro	187	21,4%	69,0%	9,6%
Salta	328	7,0%	92,7%	0,3%
San Juan	170	51,2%	44,1%	4,7%
San Luis	87	57,5%	39,1%	3,4%
Santa Cruz	6	33,3%	33,3%	33,3%
Santa Fe	29	27,6%	65,5%	6,9%
Santiago Del Estero	107	3,7%	80,4%	15,9%
Tierra Del Fuego	14	0,0%	71,4%	28,6%
Tucumán	98	9,2%	89,8%	1,0%
Total	2.308	21,1%	67,3%	11,6%

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

EMPLEO DEL SECTOR ROCAS DE APLICACIÓN POR PROVINCIA Y POR TIPO DE CALIFICACIÓN. AÑO 2021.

Datos en % sobre el total de puestos de trabajo por tipo de calificación a nivel provincial

Sector rocas de aplicación	Total Puestos de Trabajo	Calificación		
Provincias		Alta	Media	Baja
Buenos Aires	1.840	34,0%	51,7%	14,3%
CABA	88	51,1%	40,9%	8,0%
Catamarca	26	7,7%	76,9%	15,4%
Chaco	46	17,4%	71,7%	10,9%
Chubut	192	7,3%	68,8%	24,0%
Córdoba	811	30,8%	53,6%	15,5%
Corrientes	172	18,0%	75,6%	6,4%
Entre Ríos	450	16,7%	73,3%	10,0%
Formosa	42	4,8%	81,0%	14,3%
Jujuy	4	25,0%	75,0%	0,0%
La Pampa	1	100,0%	0,0%	0,0%
La Rioja	5	20,0%	60,0%	20,0%
Mendoza	103	30,1%	56,3%	13,6%
Misiones	136	9,6%	69,1%	21,3%
Neuquén	98	14,3%	79,6%	6,1%
Rio Negro	47	17,0%	74,5%	8,5%
Salta	81	21,0%	67,9%	11,1%
San Juan	35	14,3%	85,7%	0,0%
San Luis	41	2,4%	39,0%	58,5%
Santa Cruz	9	0,0%	100,0%	0,0%
Santa Fe	435	18,2%	58,2%	23,7%
Santiago Del Estero	68	19,1%	70,6%	10,3%
Tierra Del Fuego	5	0,0%	100,0%	0,0%
Tucuman	33	12,1%	75,8%	12,1%
Total	4768	26,0%	59,0%	15,0%

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

CLASIFICACIÓN DE LOS PUESTOS DE PUESTO DE TRABAJO DEL SECTOR DE MINERALES NO METALÍFERO SEGÚN SU CALIFICACIÓN EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO. AÑO 2021.

Datos en cantidades y en % (sobre el total de puestos de trabajo)

Puestos de trabajo	En %	Cantidad
Río Negro - sector no metalífero	100,0%	192
Alta Calificación	20,8%	40
Operadores de instalaciones mineras	15,1%	29
Técnicos en químicos industriales	1,6%	3
Inspectores de seguridad y salud y control de calidad	1,0%	2
Electrotécnicos	0,5%	1
Ingenieros de minas y metalurgia y afines	0,5%	1
Gerentes de empresas	0,5%	1
Empresas de contabilidad y cálculo de costos	0,5%	1
Directores de departamento de personal y de relaciones laborales	0,5%	1
Directores generales y gerentes generales de empresa	0,5%	1
Calificación media	67,2%	129
Mineros y canteros	37,5%	72
Empleados de servicio de apoyo a la producción	12,5%	24
Operadores de instalaciones de procesamiento de minerales y rocas	6,8%	13
Otros oficinistas	2,6%	5
Mecánicos y ajustadores de máquinas agrícolas e industriales	2,1%	4
Operadores de carretillas elevadoras	1,6%	3
Operadores de grúas, de aparatos elevadores y afines	1,6%	3
Conductores de camiones pesados	1,0%	2
Mecánicos y ajustadores de vehículos de motor	1,0%	2
Mecánicos y ajustadores electricistas	0,5%	1
Baja calificación	9,4%	18
Peones de minas y canteras	6,8%	13
Limpiadores de oficinas, hoteles y otros	1,6%	3
Peones de montaje	1,0%	2
Sin datos	2,6%	5

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

CLASIFICACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL SECTOR DE ROCAS DE APLICACIÓN SEGÚN SU CALIFICACIÓN EN LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO. AÑO 2021.

Datos en cantidades y en % (sobre el total de puestos de trabajo)

Puestos de trabajo	En %	Cantidad
Río Negro - sector rocas de aplicación	100,0%	47
Alta Calificación	17,0%	8
Oficiales maquinistas	6,4%	3
Especialistas en organización y administración de empresas y afines	4,3%	2
Operadores de instalaciones mineras	2,1%	1
Técnicos en ingeniería de minas y metalurgia	2,1%	1
Directores generales y gerentes generales de empresa	2,1%	1
Calificación media	74,5%	35
Conductores de camiones pesados	38,3%	18
Empleados de servicio de apoyo a la producción	12,8%	6
Operadores de máquinas de movimientos de tierra y afines	10,6%	5
Mecánicos y ajustadores de vehículos de motor	4,3%	2
Empleados de servicio de transporte	2,1%	1
Vendedores y demostradores de tiendas y almacenes	2,1%	1
Otros oficinistas	2,1%	1
Operadores de grúas, de aparatos elevadores y afines	2,1%	1
Baja calificación	8,5%	4
Peones de minas y canteras	4,3%	2
Mozos de labranza y peones agropecuarios	2,1%	1
Porteros y guardianes y afines	2,1%	1

Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM



**CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES**