

PROVINCIA DE BUENOS AIRES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**ESTUDIO: “ANÁLISIS DEL SECTOR MINERO DE LA PROVINCIA DE BUENOS
AIRES”**

INFORME FINAL

JULIO 2022

Cooperativa de Estudios Económicos y Sociales Scalabrini Ortiz Ltda.

RESUMEN EJECUTIVO

Las decisiones de política pública orientadas a la mejora en los niveles de vida, generación de puestos de trabajo e incremento de la productividad para las unidades económicas radicadas en un territorio determinado requieren del conocimiento detallado de las capacidades productivas existentes, la relación entre los distintos sectores y su estado de situación. Hoy en día, la disponibilidad de datos robustos que reflejen con precisión estos aspectos es la oportunidad de lograr procesos de mejora continua en la toma de decisiones para el sector público y privado.

La provincia de Buenos Aires posee una actividad minera centenaria, caracterizada por la producción de rocas de aplicación y minerales no metalíferos. Estos insumos abastecen principalmente a la industria de la construcción, así como a los sectores de las industrias químicas, agroquímicas y otras.

En los últimos 40 años, las políticas orientadas hacia la actividad minera en la provincia se han centralizado en el control y fiscalización de la actividad. Por lo tanto, no se han llevado a cabo políticas específicas para la promoción y fomento del sector, sino que fue incorporado como una pequeña parte del entramado industrial bonaerense. A partir de diciembre de 2019, se decidió posicionar a la minería como un sector de relevancia en el sistema productivo bonaerense, apuntando a la creación de Políticas Mineras que promuevan el desarrollo de los emprendimientos, la innovación tecnológica del sector, así como la profesionalización y mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las y los trabajadores de la minería provincial.

En este marco, nos encontramos ante la necesidad de poder realizar un relevamiento económico del sector minero bonaerense, reconociendo que el mismo es amplio y diverso, con el objetivo de reconocer posibilidades de desarrollo productivo, comercial e innovación tecnológica en la cadena de valor, necesidades de inversión público/privada y posibilidad de generación de nuevas fuentes laborales para así poder proponer políticas de intervención pública.

Para tal fin se recopiló la información relevante que refleja la trayectoria y el estado actual de la actividad. Se consultaron las series de producción, actividad y empleo publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), por el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (OEDE-MTEySS), por el Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera (SIACAM), por la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires (DPE) y por la Subsecretaría de Minería de la Provincia de Buenos Aires (SSM). En este aspecto, se destaca la incorporación de la nueva serie elaborada por la Subsecretaría de Minería de la Provincia de Buenos Aires que refleja la Producción Transportada de Minerales (PTM). Asimismo, se realizaron visitas a establecimientos productivos y entrevistas con actores claves del sector, cámaras empresariales y organizaciones sindicales.

El documento le permitirá al público en general y a los actores involucrados conocer las características técnicas generales del proceso productivo en sus distintos subsectores, la evolución que ha tenido en las últimas décadas y también aporta una lectura sobre su composición, su relación con otras industrias y los desafíos que tiene en materia de infraestructura y medioambiente. Esto se hizo desde un enfoque que

intenta comprender ambas partes de la disyuntiva que se plantea entre enclaves especializados y sistemas económicos complejos. Por lo tanto, se tendrá un estado de situación de la coyuntura actual de la actividad minera, pero también de su relación con el ciclo económico general y una visión para dar un marco a los desafíos que existen hacia adelante.

La evaluación del impacto de las políticas públicas requiere de indicadores robustos que puedan proyectar el volumen de la producción y las inversiones necesarias. En ese sentido, se hace un aporte significativo para poder cuantificar la relación que tienen las series analizadas – puntualmente, el ISAC de INDEC y la PTM de la SSM – y construir con ello un escenario anticipado de la situación del sector.

Del desarrollo del análisis podemos concluir que la minería bonaerense, como sector primario, se encuentra vinculado tradicionalmente desde el lugar de proveedor de un amplio conjunto de industrias como la construcción, cosmética, alimenticia y plástica entre muchas otras. Pero, para su desarrollo, también requiere el acompañamiento de otras industrias como la metalmecánica, servicios de telecomunicaciones, investigación geológico-minera, desarrollo de software y muchos otros más.

Las necesidades sociales que existen en materia de vivienda, infraestructura de cuidados, de transporte y recreativas, requerirán una participación activa de la producción minera bonaerense. Para darnos una idea de la vinculación de la minería provincial con la posibilidad de cubrir necesidades sociales, podemos ver las últimas proyecciones del Gobierno Nacional y de la Provincial de la Provincia de Buenos Aires en materia de planes de vivienda, infraestructura para salud, educación, así como kilómetros de rutas que serán refaccionadas y construidas. Para cubrir toda esa demanda pública y privada, la minería bonaerense la que tiene un desafío por delante.

Sin embargo, la minería bonaerense también cuenta con una posibilidad todavía no aprovechada en todo su potencial que consiste en incorporar los productos mineros tradicionales a nuevas aplicaciones o soluciones. En algunos casos se trata de ir hacia mercados ya existentes, como el caso de los agrominerales o aplicaciones del carbonato de calcio para combatir acidez en suelos o animales. En el caso de la innovación de procesos, en el desarrollo de soluciones informáticas que permitan un mejor seguimiento y control de los procesos o a la incorporación de los productos tradicionales en nuevos materiales. En este sentido, el fortalecimiento de las representaciones empresariales sectoriales es un elemento necesario para su vinculación con el sistema científico y tecnológico.

En cuanto a la posibilidad de contar con indicadores de actividad del sector en la Provincia, la Subsecretaría de Minería ha comenzado a elaborar recientemente un nuevo indicador – PTM – es un recurso reciente que puede tener múltiples aplicaciones. En este trabajo aportamos dos análisis cuantitativos que dan cuenta de su utilidad, vinculándolo con las expectativas de la construcción relevadas por el INDEC y en su capacidad predictiva del ISAC. Adicionalmente, elaboramos una nueva serie de PTM+ a partir de la incorporación de la producción minera industrializada en empresas cementeras.

Así y todo, todavía pueden sumarse valiosas mejoras del indicador en tanto se pueda captar la actividad minera que hoy no está registrada en su totalidad. Un valor

adicional consistiría en valorizar las cantidades disponibles, para lo cual se requiere un trabajo previo de homogeneización de los productos y definición de sus precios de mercado. Esta información adicional puede ser incorporada en información solicitada de forma periódica a los actores del sector con fines estadísticos.

Finalmente, el abordaje de la sostenibilidad de la actividad minera debe incluir la dimensión ambiental y la productiva. Integrar los conocimientos acumulados de las comunidades en torno a determinados procesos con nuevas actividades, como el turismo o la recreación, debe ser un objetivo de la política pública.

El saber hacer adquirido históricamente en torno a una actividad, como puede ser la minera, conlleva un conjunto de habilidades codificables y no codificables que es valioso preservar y complejizar. En lugar de plantear alternativas dicotómicas, entendemos que hace a la mejor adaptación a los inciertos escenarios futuros una comunidad con saberes diversos en lugar de acotarlos a cualquier sector.

La toma de decisiones en el ámbito público y privado requiere de información que es utilizada como un insumo para evaluar el impacto de la política o bien proyectar el volumen de la producción y las inversiones necesarias. En ese sentido, se hace un aporte significativo para poder cuantificar el impacto que tienen las series analizadas – puntualmente, el ISAC de INDEC y la PTM de la SSM – y construir con ello un escenario anticipado de la situación del sector.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
SECCIÓN 1: LA ACTIVIDAD MINERA EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES ...	12
SECCIÓN 2: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR MINERO NO METALÍFERO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES	15
2.1 Caracterización de la actividad productiva	15
2.1.1 Áridos	19
2.1.2 Piedra caliza y dolomía para la elaboración de cal y cemento	24
2.1.3 Arcillas	26
2.1.4 Arenas	31
2.1.5 Sales	33
2.1.6 Suelo seleccionado – Tosca	37
SECCIÓN 3: PRODUCCIÓN Y EMPLEO MINERO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES	39
3.1 Producción Minera de la Provincia de Buenos Aires	39
3.1.1. Producto Bruto Geográfico	40
3.1.2 Producción Transportada de Minerales	42
3.1.3 Demanda de otras ramas de actividad	45
3.2 Empleo Minero en la Provincia de Buenos Aires	46
3.2.1 Cantidad de empleos mineros no metalíferos	47
3.2.2 Participación de la PBA en el empleo minero nacional	49
3.2.3 Composición del empleo por subsector de actividad	52
3.2.4 Composición del empleo por calificación del puesto y por género	54
3.2.5 Composición y remuneración por localidad	56
3.2.6 Salario real	61
SECCIÓN 4: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SERIES DISPONIBLES	64
4.1 PTM +	64
4.2 Relación entre las expectativas del ISAC y la PTM	68
4.3 La PTM como predictor del ISAC	70
4.3.1 Modelos con el PTM como variable explicativa	72
4.4 Conclusiones estadísticas	79
SECCIÓN 5: SUBSECTORES DE LA MINERÍA BONAERENSE	80
5.1. Ecosistema minero-cementero en Olavarría	80

5.1.1 Entramado minero - cementero de Olavarría	82
5.1.2 Industria cementera y vínculo con PyMEs	85
5.1.3 Desarrollo de nuevos mercados en cal y granito	87
5.2 Arenas.....	89
SECCIÓN 6: DESAFÍOS, PERSPECTIVAS Y SOSTENIBILIDAD	91
6.1 Energía para la minería.....	92
6.2 Capacidad instalada e infraestructura.....	92
6.3 Hacia entramados productivos complejos y sostenibles	94
SECCIÓN 7: CONCLUSIONES	98

GRÁFICOS

Gráfico 1. PTM de arcillas por municipio de origen 2020 y 2021. En miles de Tn ...	28
Gráfico 2. PTM de cloruro de sodio origen Villarino. En miles de Tn.	37
Gráfico 3. PTM de tosca, greda y suelos seleccionados. En miles de Tn.	39
Gráfico 4. Participación de los sectores económicos en el PBG de la PBA (año 2020)	41
Gráfico 5. PBG, Explotación de minas y canteras. En mill. de pesos corrientes.....	41
Gráfico 6. PBG, Explotación de minas y canteras. En mill. de pesos de 2004.....	42
Gráfico 7. PTM Total. En Tns.....	43
Gráfico 8. PTM de granito triturado por municipio en miles de Tns.....	44
Gráfico 9. PTM por mineral año 2021 en miles de Tns	44
Gráfico 10. PTM por tipo de mineral en miles de Tns	45
Gráfico 11. Empleo minero registrado en la PBA.....	48
Gráfico 12. Comparación de empleo minero SIACAM - OEDE.....	49
Gráfico 13. Puestos de trabajo mineros PBA/Total Nacional	50
Gráfico 14. Puestos de trabajo mineros PBA/Total Nacional sin minería metálica 50	
Gráfico 15. Composición del empleo minero por subsector durante 1996-2021	53
Gráfico 16. Empleo por tipo de puesto (SIACAM).....	55
Gráfico 17. Empleo por género según tipo de puesto (SIACAM).....	55
Gráfico 18. Salario Real Minero Bonaerense Base: 1996 = 100	62
Gráfico 19. Brecha entre salario minero nacional y salario minero bonaerense.	63
Gráfico 20. Brecha entre salario minero nacional sin minería metálica y salario minero bonaerense.	63

Gráfico 21. PTM, PTM+, producción de cemento y caliza industrializada.....	67
Gráfico 22. Comparación mensual PTM y PTM+ en mill. de Tns.....	67
Gráfico 23. Intervalo de confianza del parámetro β_1 en los modelos estáticos.....	75
Gráfico 24. Intervalo de confianza para los parámetros de los modelos RDF.....	78
Gráfico 25. Distribución de la PTM por distrito (2021).....	81
Gráfico 26. Participación de Olavarría sobre el PTM provincial en minerales seleccionados (2021)	81
Gráfico 27. Principales categorías de la PTM de Olavarría (2021) en miles de toneladas.....	82

TABLAS

Tabla 1. Destino de la producción de áridos	23
Tabla 2. Empleos mineros por provincia en 2021	51
Tabla 3. Principales localidades de residencia y sueldo promedio (20 primeras localidades). Febrero 2022.....	57
Tabla 4. Empleo y remuneración según capacitación y puesto	58
Tabla 5. Factores de conversión piedra caliza – clinker - cemento.....	65
Tabla 6: Estimación de caliza industrializada a partir de la producción de cemento	66
Tabla 7: Capacidad de proyección de las expectativas del ISAC	70
Tabla 8. Modelos Estáticos con PTM como variable explicativa	74
Tabla 9. Modelos RDF con PTM como variable explicativa	76
Tabla 10. Relaciones de mercado entre grandes cementeras y PyMEs mineras	83
Tabla 11. Posiciones de las empresas en la cadena minera-cementera de Olavarría/Sierras Bayas	84

IMÁGENES

Imagen 1. Áridos triturados en distintas granulometrías	23
Imagen 2. Cantera de calizas negras.....	25
Imagen 3. Cantera de dolomía.....	26
Imagen 4. Explotación a cielo abierto de arcillas en PBA	30
Imagen 5. Carga y trituración de arcillas en Barker	30
Imagen 6. Cosecha de sal.....	35

Imagen 7. Salida de STATA para modelos de rezagos distribuidos finitos	79
Imagen 8. Minas As de Pontes reconvertida en lago - España	95
Imagen 9. Reforestación en Canteras Yaraví	97
Imagen 10. Mirador La Cabañita	97

FIGURAS

Figura 1. Procesos de la minería no metalífera en la cadena productiva	18
Figura 2. Flujograma de los sectores y productos mineros	19
Figura 3. Cantera para extracción de minerales a cielo abierto	21
Figura 4. Proceso productivo de áridos	22
Figura 5. Formación de depósitos de arena	31
Figura 6. Proceso de formación de sales	34
Figura 7. Empleos mineros en la provincia de Buenos Aires (SIACAM)	54
Figura 8. Destinos productivos y formularios de captación de cales y áridos	65
Figura 9. Proceso productivo del cemento	84

MAPAS

Mapa 1. Municipios con actividad minera en la PBA	17
Mapa 2. Extracción de áridos	20
Mapa 3. Extracción de arcillas	29
Mapa 4. Extracción de arenas de médano y playa	32
Mapa 5. Extracción de sales	36
Mapa 6. Extracción de tosca, suelo y greda	38
Mapa 7. 20 Partidos con más empleo minero	56

Abreviaturas

CENAM: Censo Nacional Minero

CLANAE: Clasificador Nacional de Actividades Económicas

DPE: Dirección Provincial de Estadística

INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

IVF: Índice de Volumen Físico

MDP: Ministerio de Desarrollo Productivo

PBA: Provincia de Buenos Aires

PBG: Producto Bruto Geográfico

PTM: Producción Transportada de Minerales

SSM: Subsecretaría de Minería de la Provincia de Buenos Aires

Tns: Toneladas

INTRODUCCIÓN

Este documento es el resultado de un análisis del sector minero no metalífero de la provincia de Buenos Aires para el cual se recopiló la información relevante que refleja la trayectoria y el estado actual de la actividad. Para ello, se consultaron las series de producción, actividad y empleo publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), por el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (OEDE-MTEySS), por el Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera (SIACAM), por la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires (DPE) y por la Subsecretaría de Minería de la Provincia de Buenos Aires (SSM). En este aspecto, se destaca la incorporación de la nueva serie elaborada por la Subsecretaría de Minería de la Provincia de Buenos Aires que refleja la Producción Transportada de Minerales (PTM). Asimismo, se realizaron visitas a establecimientos productivos y entrevistas con actores claves del sector, cámaras empresariales y organizaciones sindicales.

El documento le permitirá al público en general y a los actores involucrados conocer las características técnicas generales del proceso productivo en sus distintos subsectores y la evolución que ha tenido en las últimas décadas. Asimismo, aporta una lectura sobre su composición, su relación con otras industrias y los desafíos que tiene en materia de infraestructura y medioambiental. Por lo tanto, se tendrá un estado de situación de la coyuntura actual de la actividad minera, pero también de su relación con el ciclo económico general y una visión para dar un marco a los desafíos que existen hacia adelante.

La minería bonaerense comprende a un conjunto heterogéneo de subsectores, productos, procesos, mercados a los que destina su producción y empresas de diverso tamaño y trayectoria. Por eso, el informe contiene una mirada global y también focaliza en ciertas particularidades sub-sectoriales para dar cuenta de dicha heterogeneidad.

En la Sección 1 se presenta la trayectoria de la actividad minera en la provincia de Buenos Aires y se hace un breve repaso por su historia hasta la conformación actual. Los inicios de la minería bonaerense se dan en conjunto con los primeros momentos de la ocupación y producción en estas latitudes. A pesar de que la minería no metalífera se caracterizó tradicionalmente por estar asociada a productos no transables – es decir, que no se exportan ni se importan –, la minería de rocas ornamentales y sales estuvo fuertemente condicionada por las importaciones de Europa continental en sus inicios. Desde ese momento se fue consolidando una estructura de una cantidad importante de pequeños establecimientos que hoy sigue caracterizando a muchos subsectores de la actividad. Más recientemente, el proceso de desregulación y apertura financiera iniciado en la década del 70 y consolidado en

la década del 90, transformó a la actividad minera en el país, dando lugar al desarrollo tardío de la minería metalífera. A pesar de eso, Buenos Aires continuó siendo una importante provincia en términos de empleo y producción minera.

En la Sección 2 se hace un análisis de las características técnicas y productivas de las distintas formas en las que se desarrolla la minería en la provincia de Buenos Aires, destacándose por ser principalmente a cielo abierto. A pesar de tener un fuerte vínculo con la industria de la construcción, existen numerosos emprendimientos que funcionan como proveedores de la industria alimenticia, química, farmacéutica y cosmética, entre otras. Sí es destacable que, en el caso de las actividades asociadas a la construcción, suele existir una integración entre el proceso industrial y minero – por ejemplo, en las cales y cementos – mientras que en sales, arcillas, arenas y otros áridos suele estar conformado por empresas de distinto tamaño que se dedican exclusivamente a la actividad minera.

En la Sección 3 se analiza la relevancia económica de la actividad minera, su impacto en el empleo, el volumen y el valor de su producción. En términos generales, la actividad minera participa en un porcentaje relativamente bajo de la producción total, pero es una actividad indispensable para llevar a cabo una importante cantidad de actividades económicas conexas. Sus cantidades producidas se mantienen en un crecimiento relativamente constante y no se vio considerablemente afectada por los ciclos macroeconómicos. El nivel de empleo es principalmente de calificación media o alta, lo que se traduce en un nivel de remuneraciones comparativamente alto del sector en comparación a otras ramas económicas.

En la Sección 4 se presenta la sistematización de nuevos indicadores de la minería bonaerense, como es el caso de la Producción Transportada de Minerales (PTM) y se lo utiliza para generar nuevas herramientas para la toma de decisiones en el sector público y privado. Aquí se aportan dos análisis cuantitativos que dan cuenta de su utilidad, vinculándolo con las expectativas de la construcción relevadas por el INDEC y en su capacidad predictiva del ISAC. En concreto, encontramos que los cambios en las expectativas de obra pública permiten adelantar el signo de la variación de la PTM en un 69% de las observaciones. Además, encontramos que una variación de un 1% en la PTM se traduce en una variación de 0,73% del ISAC para el mismo mes. Adicionalmente, elaboramos una nueva serie de PTM+ a partir de la incorporación de la producción minera industrializada en empresas cementeras.

Luego, en la Sección 5 se hace un análisis detallado de la actividad minera en la localidad de Olavarría. Allí se radican las principales industrias cementeras de la Provincia de Buenos Aires, donde desarrollan sus procesos mineros (extracción de piedra caliza, granito, arcillas) e industriales (fabricación de clinker, cal y cemento). Por la historia de la localidad, la concentración de empresas, la disponibilidad de trabajadores calificados y la acumulación de capacidades productivas existe un verdadero “ecosistema” minero-cementero en el que se configuran distintas acciones

según la posición en el mismo. El tamaño de la empresa se asocia a los elementos que se consideran para planificar la producción mientras que la innovación en nuevos productos se relaciona con la competencia o complementariedad con el complejo minero-cementero.

Finalmente, en la Sección 6 se realiza una lectura sobre los desafíos de la minería bonaerense a futuro. En particular, se considera que la sostenibilidad de la actividad minera debe incluir la dimensión ambiental y la productiva e integrar los conocimientos acumulados de las comunidades en torno a determinados procesos con nuevas actividades, como el turismo o la recreación. Esto debe ser un objetivo de la política pública. El saber hacer adquirido históricamente en torno a una actividad, como puede ser la minera, conlleva un conjunto de habilidades codificables y no codificables que es valioso preservar y complejizar. En lugar de plantear alternativas dicotómicas, entendemos que hace a la mejor adaptación a los inciertos escenarios futuros una comunidad con saberes diversos en lugar de acotarlos a cualquier sector.

SECCIÓN 1: LA ACTIVIDAD MINERA EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La minería es el proceso de exploración, extracción, explotación y aprovechamiento de minerales para beneficio humano (Vardé et al, 2021). Encontramos productos minerales en componentes electrónicos, en máquinas y herramientas, en construcciones, en útiles escolares, en medicamentos y en innumerables elementos que usamos a diario. Todo lo que nos rodea creció o se extrajo de la naturaleza. Por lo tanto, la minería es una actividad central en la vida cotidiana.

La producción minera se divide en tres grandes subsectores de acuerdo al tipo de producto y al proceso que requiere para su extracción: minería hidrocarburífera, minería metalífera y minería no metalífera. Esta última es el tipo de actividad minera que se realiza en la provincia de Buenos Aires y comprende la obtención de arcillas, arenas, áridos, rocas ornamentales, sales, tosca, suelos seleccionados y greda, entre otros.

La actividad minera es una etapa necesaria de cualquier proceso productivo, incluso de los más rudimentarios. Por ello, sus orígenes como actividad en el territorio bonaerense se remontan a los comienzos de la ocupación y producción en estas latitudes. Los inicios de la ocupación española, las primeras transformaciones de los centros urbanos, el impulso a los procesos de industrialización desde la década del cuarenta y la reforma desregulatoria en la década del 90 son grandes hitos que marcan distintas etapas hasta la configuración de las características actuales del sector en la Argentina.

La sanción del primer Código de Minería en 1887 brindó el primer marco normativo sistematizado para el sector, con el objetivo de incentivar la explotación metalífera y la instalación de grandes proyectos, especialmente asociados al oro y la plata. Los resultados en esa materia fueron limitados por largo tiempo por lo que la actividad se caracterizó durante un prolongado período por numerosos establecimientos de relativamente pequeño tamaño en todo el territorio nacional estrechamente asociados al mercado interno. La minería en la Provincia de Buenos Aires es un fiel reflejo de esa raíz constitutiva del sector, centrada en la explotación de sales, minerales no metalíferos y rocas de aplicación.

Llamativamente, la industria saladeril, que fue durante un largo período uno de los principales sectores de la actividad económica, no funcionó como impulsora de la producción de sales en el territorio bonaerense. La competencia con las sales españolas, especialmente de Cádiz, sólo dejó lugar al desarrollo de la actividad local bajo el formato de “campañas” específicas que eran realizadas esporádicamente - dos veces por año, durante varias décadas - pero sin una regularidad que permitiera establecer un sector productivo en torno a ella de forma permanente. La mayoría de las lagunas productoras de sulfato de sodio tuvieron una actividad extractiva

discontinua (Del Blanco, 2005). Hacia fines del siglo XIX se establecieron las explotaciones regulares de Cardenal Cagliero, Carhué y Levalle en el sur de la provincia de Buenos Aires y en 1903 se comenzó a explotar el yacimiento La Aurora en Salinas Chicas, partido de Villarino. Sin embargo, su volumen de producción siempre estuvo sujeto a las condiciones aduaneras más o menos favorables de cada momento para la importación de sal de Cádiz. La extracción de sulfato de sodio comienza en la década del 40, continuando la actividad hasta hace pocos años en sólo algunos depósitos.

Durante el Siglo XIX, la pavimentación y adoquinado de los grandes centros urbanos implicó un aumento en la demanda de piedra en bloques y triturada que fue en parte abastecida con importaciones de Uruguay, Italia y Noruega. Hacia fines de siglo, comenzaron a reemplazarse los materiales importados con la producción de canteras ubicadas en la provincia de Buenos Aires (PBA), principalmente Tandil, Balcarce, Olavarría y Azul. En 1881 se puso en funcionamiento el penal en la localidad de Sierra Chica, partido de Olavarría, cuyos reclusos estaban abocados principalmente a la producción de adoquines y bloques de granito.

Echeveste (2005) señala que en la década de 1870 se inició la explotación de la piedra del Cerro de Los Leones, para el labrado de adoquines y cordones con destino a la pavimentación de las calles de la ciudad de Buenos Aires. Con la conexión ferroviaria de Tandil en 1883, que permitía trasladar grandes cargamentos de piedra a Buenos Aires, la actividad se incrementó notablemente.

Ya en 1897 cotizaban en bolsa empresas cuya principal actividad era la minería como la Fábrica de Cales Argentinas, las Compañías Salinas de Bahía Blanca y Salinas Argentinas, la sociedad Arenera de Olivos, Canteras de Minuano y Puerto del Sauce y la sociedad Canteras y Arenales de Solís. En 1906 surgió la Unión Obrera de las Canteras, primera organización gremial minera del país, a partir del gran desarrollo que había tenido la producción de piedra en la zona de Tandil, el principal centro productor de piedra. Tal es la influencia que adquirió este conglomerado en la actividad minera nacional que al día de hoy la Asociación Obrera Minera Argentina (AOMA) cuenta en su Consejo Directivo con un dirigente de la Localidad de Sierras Bayas, Olavarría.

A partir del inicio de la Primera Guerra Mundial en 1914 y la reducción de las obras públicas en un contexto de austeridad, se contrajo la producción. En paralelo, se fue reemplazando el tradicional empedrado de las calles por el uso del concreto asfáltico y el hormigón mientras que la elaboración artesanal de la piedra labrada fue siendo desplazada por la producción de piedra triturada y el obrero especializado por la mecanización (Echeveste, 2005).

La explotación de caliza se remonta a la época colonial para la fabricación de cal (Catalano y Lavandaio, 2004). Hacia fines del S. XIX se registran los primeros hornos caleros en la zona y la actividad dio origen a la localidad de Sierras Bayas en 1879.

Gracias a la extensión del tendido ferroviario, pudo incrementarse la escala de producción destinada principalmente al abastecimiento de Buenos Aires.

En 1919, Cementos San Martín produjo la primera bolsa de cemento de toda Sudamérica, evidenciando la capacidad productiva y la disponibilidad de recursos concentrados en la zona. A partir de la industrialización de la caliza y la obtención de la harina de cemento, un proceso que requiere grandes inversiones de capital y tiene altas barreras a la entrada por la magnitud de las inversiones que requiere empezar a participar en el mercado, se configurarían explotaciones mineras de mayor magnitud en el territorio bonaerense. Las principales empresas del sector cementero iniciaron sus operaciones en las primeras décadas del S. XX. Sin embargo, coexistieron un largo tiempo con numerosos establecimientos pequeños que permanecieron en la actividad minera dedicados a otros productos, en su mayoría complementarios a esta actividad.

En 1926 Loma Negra inició sus actividades a partir del descubrimiento de piedra caliza en las sierras de la estancia San Jacinto, perteneciente a su fundador Alfredo Fortabat (Poiré, 2005). Dos años después, se puso en funcionamiento la fábrica de cemento Loma Negra. De esta manera, en los tres núcleos de las Sierras Bayas se ubicaron las fábricas de las principales empresas: Compañía Argentina de Cemento Portland (Cementos San Martín) en el Núcleo Septentrional, Calera Avellaneda en el Núcleo Central y Loma Negra en el Núcleo Austral.

Con el proceso de desregulación iniciada la década del 70, acompañado con políticas de apertura de la cuenta capital y financiera, un régimen específico para la Inversión Extranjera Directa (IED) en la década del 90 y la mayor demanda producto del crecimiento de los países asiáticos, se transformó el perfil minero del país. Los yacimientos que hasta entonces eran considerados de baja ley¹ pasaron a ser económicamente rentables. Desde entonces, la minería metalífera fue incrementando su participación en el valor de la producción minera total.

En la provincia de Buenos Aires, la baja ley de los minerales metalíferos sigue determinando que hasta el momento no sea económicamente factible este tipo de minería. Este proceso de auge de la minería metalífera a fines de la década del 90 desplazó a la provincia de Buenos Aires en particular - y a la región centro en general - del liderazgo tradicional que habían tenido en el valor total de la producción minera. Buenos Aires es relegada del primer lugar en producción minera en 1998 a partir del desarrollo de los proyectos Bajo de la Alumbrera y Salar del Hombre Muerto.

Las modificaciones en el régimen regulatorio y macroeconómico indujeron a un cambio profundo en los actores que intervienen en la minería bonaerense. El

¹ La "ley mineral" es una medida de concentración del mineral o elemento de interés. Un depósito se denomina de "baja ley" cuando su explotación con la tecnología aplicada, y sus correspondientes costos de extracción, no da beneficio económico al precio de mercado del mineral de interés.

desplazamiento definitivo de los capitales nacionales en la industria cementera es resultado de las políticas desregulatorias de apertura comercial y financiera aplicadas desde inicios de los 70 que se consolidaron en la década del 90. En 1980, Cementos Avellaneda pasó a integrar el conglomerado dirigido por la empresa española Cementos Molins. Ya en la post convertibilidad, se concretó el ingreso de capitales extranjeros a la empresa Loma Negra en el año 2004 y la vinculación de Cementos Avellaneda con la mayor empresa del rubro en Brasil, Votorantim Cimentos. A su vez, durante este período las grandes cementeras adquirieron las operaciones de otras empresas de menor escala.

Para una correcta caracterización de la minería bonaerense durante este período, debe resaltarse que el hecho de haber sido relegada por otras provincias en cuanto al valor total de la producción minera no se debe a una caída o contracción de su propia actividad sino al desarrollo de otras *explotaciones metalíferas*. El desarrollo de la minería metalífera en nuestro país es relativamente tardío comparado al de otros países de la región con condiciones similares, por eso este proceso recién se evidencia en las últimas décadas. Aun así, la minería no metalífera continúa siendo una actividad fundamental en diversas regiones de la provincia que a su vez dan lugar al desarrollo de una serie de capacidades productivas conexas en la rama siderúrgica, metalmecánica, química, logística, software y telecomunicaciones, entre otras.

SECCIÓN 2: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR MINERO NO METALÍFERO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

En esta sección se hace un análisis de las características técnicas y productivas de las distintas formas en las que se desarrolla la minería en la provincia de Buenos Aires. Es notable que en el caso de las actividades asociadas a la construcción suele existir una integración entre el proceso industrial y minero – principalmente, en las cales y cementos – mientras que en sales, arcillas, arenas y otros áridos suele estar conformado por empresas de distinto tamaño que se dedican exclusivamente a la actividad minera y operan como proveedoras de otras industrias.

2.1 Caracterización de la actividad productiva

El Clasificador Nacional de Actividades Económicas (CLANAE-2010) define como minerales no metalíferos y rocas de aplicación a la totalidad o parte de la mena constituida por sustancias naturales asociadas con compuestos no metálicos, por sustancias no metálicas o rocas. En esta división se incluye la extracción y beneficio de las sustancias minerales no metalíferas, las rocas de aplicación y las piedras preciosas finas y ornamentales de uso gemológico. Salvo disposición en contrario, sólo se clasifican en esta división las sustancias minerales en bruto o los lavados, quebrantados, triturados, molidos, pulverizados, cribados, tamizados o beneficiados

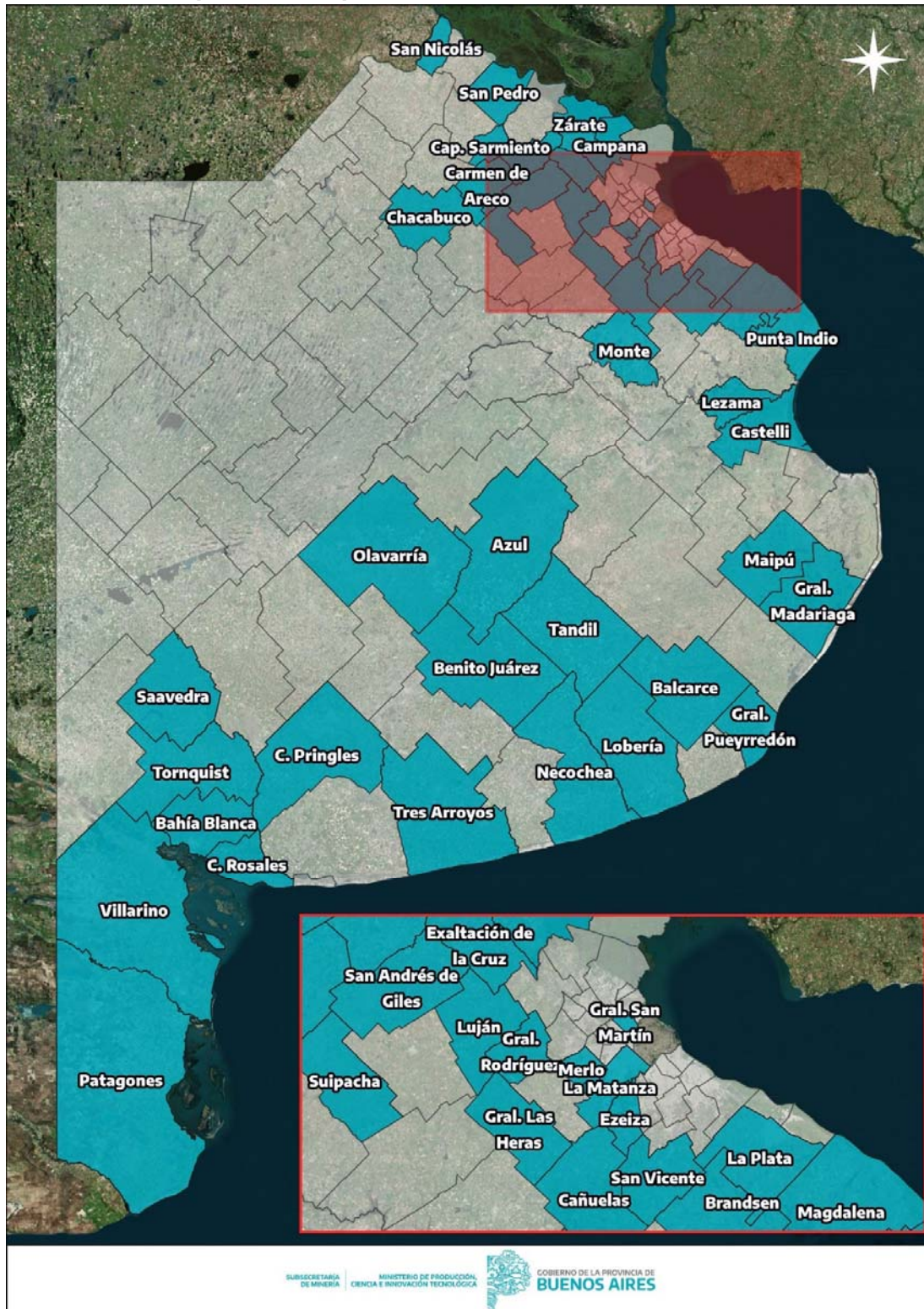
por otros procedimientos mecánicos o físicos (INDEC, 2010). Los procesos que involucran transformación química (cocción en hornos, mezclas, etc.) ya forman parte de la industrialización de los minerales. Por lo tanto, la etapa industrial no está alcanzada por las leyes de promoción y beneficio que tiene la actividad minera.

La división 14 del CLANAE-97 es la más relevante dentro de la provincia de Buenos Aires en términos de valor de su producción. Dentro de este grupo se considera a las sustancias minerales en bruto o los lavados, quebrantados, triturados, molidos o pulverizados, cribados, tamizados o beneficiados por otros procedimientos mecánicos o físicos que permiten la utilización y comercialización de los mismos.

Los minerales o elementos obtenidos tienen distintas aplicaciones. La fabricación de cemento utiliza productos como la piedra caliza, yeso y conchilla. Por su parte, la extracción de arenas (ya sea silíceas, de construcción o cuarzosa), los cantos rodados u otros balastos son empleados para el hormigonado o la construcción de carreteras y vías férreas. La industria cerámica, del vidrio y de los productos refractarios incorpora productos extraídos como la arenisca, cuarcita, dolomía, granitos, mármoles, piedras laja, pizarra, pórfido y serpentina. También se incluyen en este grupo la arcilla y caolín, minerales caracterizados por su plasticidad, propiedad de endurecer por cocción y resistencia al calor que pueden ser empleados en distintos productos como aditivos para dar una determinada propiedad física o de pigmentación. Además, el sector incluye la extracción de minerales para la fabricación de abonos y productos químicos, como por ejemplo sales, conchillas, la extracción de sal de salinas y de roca.

Dentro de la división 14, la subclase 14.130 de la CLANAE conforma más del 50% del valor bruto de producción (VBP) y está comprendida por la extracción de arenas (tanto para la construcción y silíceas), canto rodado y triturados pétreos, que incluye el granito y dolomía triturada. Se trata de una actividad con gran extensión territorial: se realizan actividades extractivas aproximadamente en 50 de los 135 municipios bonaerenses (ver Mapa 1). Sin embargo, existe una concentración en ciertos polos, dado que 16 municipios explican el 90% de la producción. Olavarría solamente explica una porción de la producción superior al 40%. Otros municipios mineros de importancia son Villarino, Benito Juárez, Tandil, Berazategui, General Pueyrredón, Campana, Azul, La Plata, San Pedro, Pilar, Zárate, Escobar.

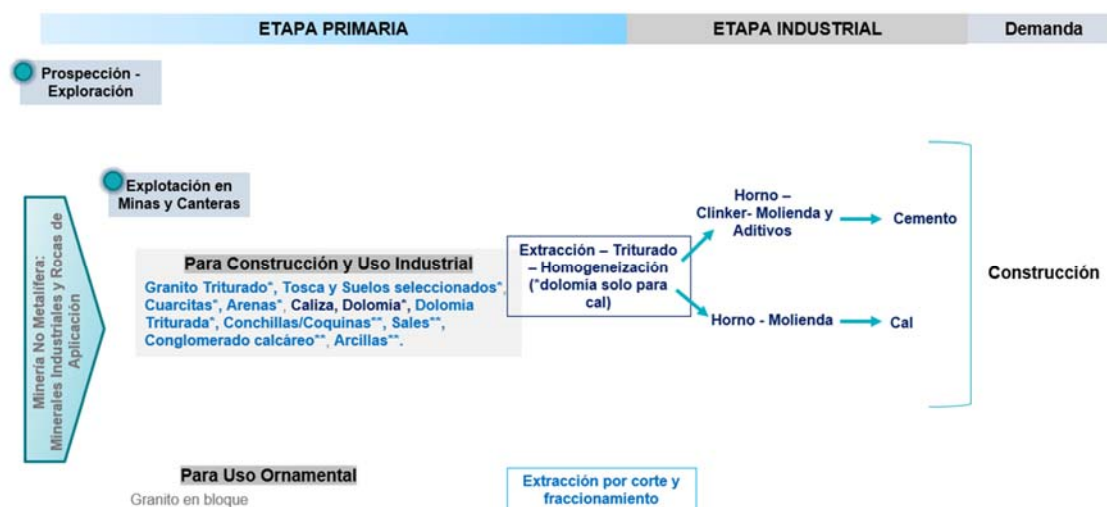
Mapa 1. Municipios con actividad minera en la PBA



Fuente: SSM-PBA

El proceso productivo se inicia en una etapa primaria, donde quedan concentrados los procesos físicos, sin transformación química del material. En esta etapa se realizan las actividades de prospección y exploración para determinar la localización y viabilidad de los yacimientos, la explotación propiamente dicha, que implica extraer el mineral de la corteza a través de diferentes métodos (destape, voladuras, cosecha), la trituration de la roca para reducir su tamaño y la homogeneización de las pilas de minerales. Luego, muchos de estos productos pasan a ser insumos de procesos industriales. En la industria cementera - principal usuaria de la minería no metalífera -, los minerales se cocinan en hornos junto con otros aditivos y luego se muelen para producir cemento.

Figura 1. Procesos de la minería no metalífera en la cadena productiva

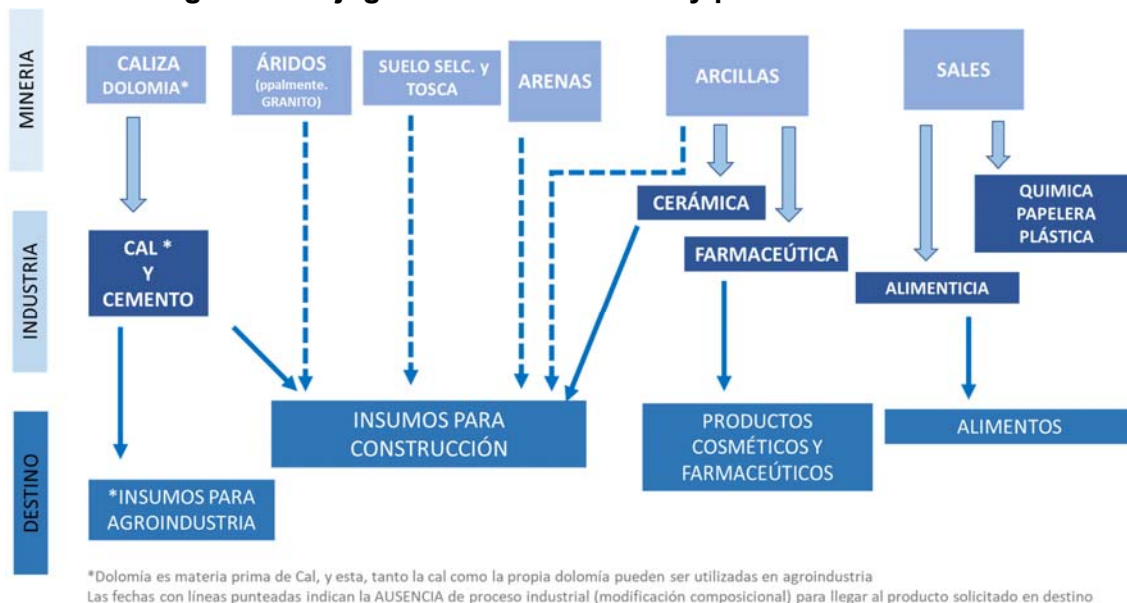


Fuente: Elaboración de la SSM en base al Ministerio de Trabajo PBA.

Referencias: *Extracción y triturado ** Química, Farmacéutica, Papelera, Alimenticia.

La minería no metalífera de la PBA puede, a su vez, dividirse en seis sectores principales según el mineral y el destino productivo: áridos, piedra caliza y dolomía para la elaboración de cal y cemento, arenas, arcillas, sales, tosca y suelos. A continuación, se presentan las características más importantes de cada sector.

Figura 2. Flujograma de los sectores y productos mineros



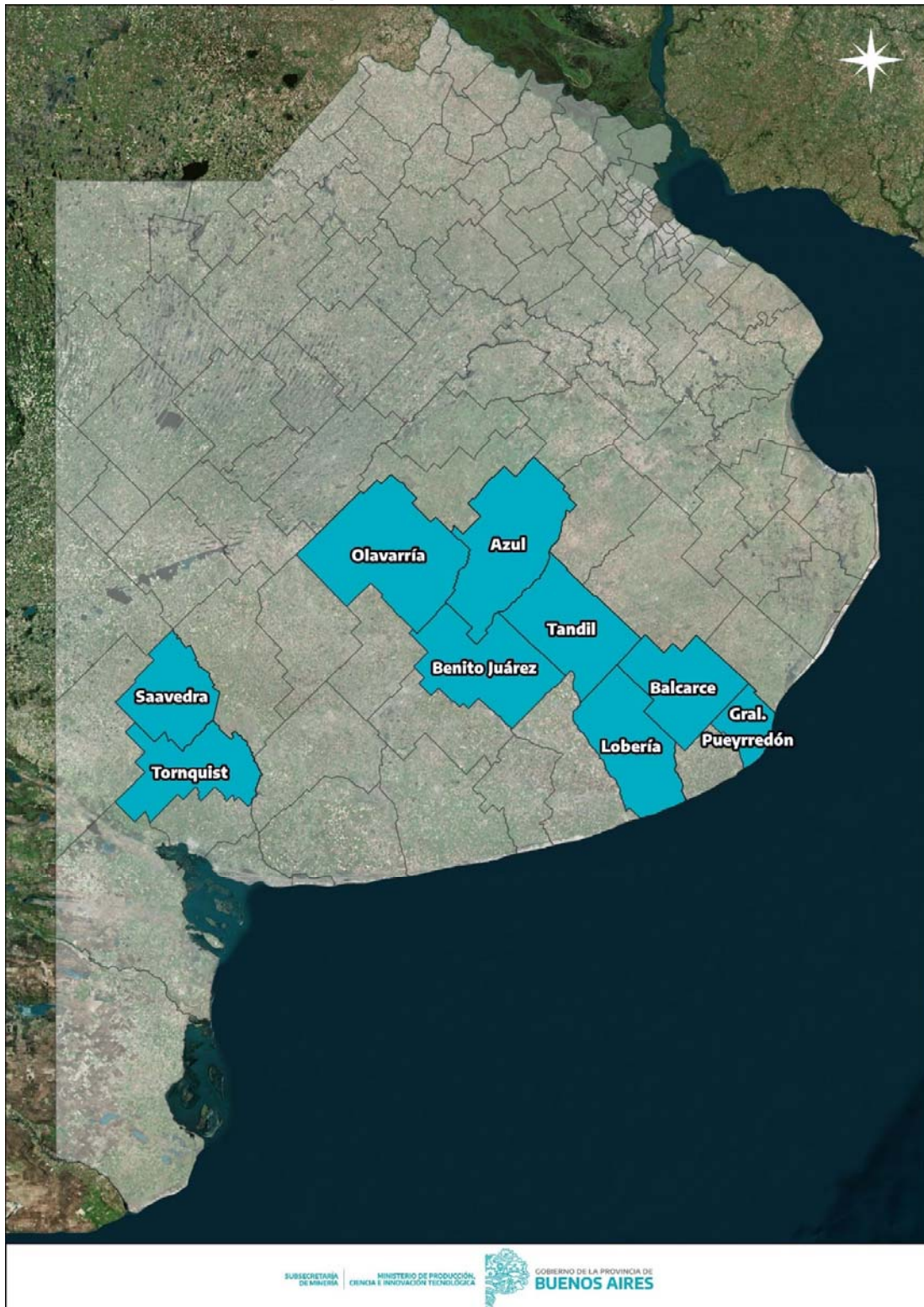
Fuente: Elaboración de la SSM

2.1.1 Áridos

En términos generales, los áridos se pueden definir como el conjunto de fragmentos de materiales pétreos suficientemente duros que son estables e inertes a los cementos y mezclas asfálticas y que 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.

La explotación más utilizada es la denominada explotación a cielo abierto. Esta se realiza cuando el yacimiento aprovechable se encuentra a poca profundidad de la superficie natural del terreno. En este caso, se inicia realizando la limpieza del terreno que consiste en retirar el horizonte orgánico superior de la cantera y algunos extractos de poca profundidad de rocas de características distintas a la roca de interés. A este proceso se lo denomina comúnmente como “destape”. Estas condiciones se dan naturalmente en las canteras de granito de la región centro y sureste bonaerense que se encuentran en los partidos de Azul, Balcarce, Gral. Pueyrredón, Olavarría y Tandil) (ver Mapa 2).

Mapa 2. Extracción de áridos



Fuente: SSM-PBA

Figura 3. Cantera para extracción de minerales a cielo abierto



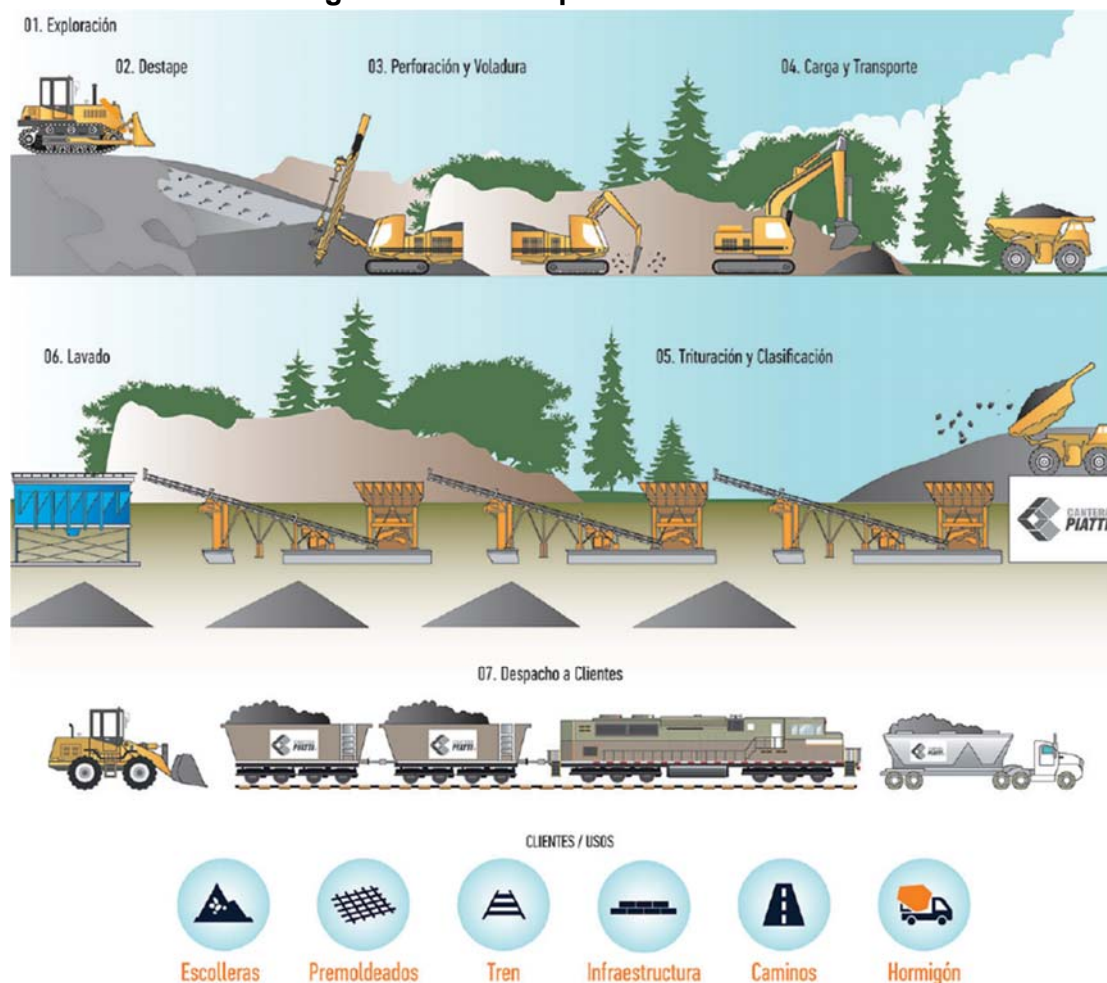
Modelo de extracción por banqueo, la línea roja es el relieve original, línea negra responde a línea de explotación y línea verde representa la máxima apertura con rentabilidad. Fuente: Coriale (2021) en Posgrado "Estudios de Prefactibilidad y Factibilidad de Canteras de áridos de la provincia de Buenos Aires" Cámara Argentina de la Piedra - Universidad Tecnológica Nacional - Instituto de Recursos Minerales - UNLP.

En las explotaciones a cielo abierto para la minería no metalífera, la relación entre el material de interés y el material inerte o destape así como la profundidad a la que se debe llegar para hacer accesible el material son fundamentales para la determinación de la viabilidad económica y la rentabilidad del proyecto. Esto es debido a que el movimiento del material inerte es el principal costo de la explotación para disponer del recurso. Una relación baja (1:5) indica que el destape que debe desplazarse para hacer accesible el mineral es mucho mayor que en una relación alta (1:2). En el primer caso, el destape quintuplica en volumen al recurso aprovechable mientras que en el segundo caso lo duplica.

El proceso de producción consiste en pasar el mineral de cantera por distintas etapas de trituración para lograr la reducción del tamaño y así lograr distintas granulometrías de agregado². En todas las etapas, luego de obtener la reducción de tamaño y antes de ingresar a la etapa de trituración siguiente, el material es trasladado por medio de cintas transportadoras a zarandas de gran porte, que permiten realizar una clasificación del material y así lograr los distintos productos terminados.

² Distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado.

Figura 4. Proceso productivo de áridos



Fuente: Folletín Cámara de la Piedra de la provincia de Buenos Aires (2008)

Una planta de producción típica cuenta con tres etapas de trituración (primaria, secundaria y terciaria). Para el procesamiento, habitualmente se emplean trituradoras a mandíbulas en el caso de las primarias y trituradoras de cono en el caso de la trituración secundaria y terciaria.

Las distintas granulometrías obtenidas en el proceso productivo son, según su tamaño en milímetros: balasto (50/80, 30/50 mm), pedregullo grueso (20/30, 10/30, 10/20, 6/20, 6/12, 6/10, 4/8, 3/6 mm), pedregullo fino (0/6 polvo o lavada) y material estabilizante (0/3mm). Alternativamente, el producto final puede estar conformado por cualquier combinación resultante de las granulometrías mencionadas. Estos productos abastecen principalmente el mercado de materiales para bases, asfaltos y hormigones para la industria constructiva. Estos productos abastecen principalmente el mercado de materiales para bases, asfaltos y hormigones para la industria de la construcción.

Imagen 1. Áridos triturados en distintas granulometrías



Cantera Piatti, Sierras Bayas, partido de Olavarría. Fuente: CESO

Todas esas granulometrías obtenidas, ya sea de manera primaria o secundaria tienen una amplia gama de usos, principalmente en la industria de la construcción (ver Tabla 1).

Tabla 1. Destino de la producción de áridos

ÁRIDOS NATURALES (Arenas y Gravas, Rocas Trituradas)	Construcción	* Morteros * Hormigones * Prefabricados * Materiales de relleno	* Bases y Subbases de carreteras * Balasto de construcción de vías férreas * Firmes de aglomerados asfálticos * Piedras para escolleras, etc.
	Aplicaciones industriales	* Industria de la cerámica y vidrio * Lechos filtrantes * Revestimiento aislantes y refractarios * Materiales abrasivos * Industria papelera * Industria de los plásticos * Industria de pintura y detergentes	* Fabricación de cemento * Industrias químicas y farmacéuticas * Tratamiento de aguas * Cargas * Usos agrícolas * Aditivos para piensos * Corrección de suelos, etc.
ÁRIDOS LIGEROS (Densidad de partícula inferior a 2,000 kg/m ³)		* Morteros puzolánicos * Hormigones ligeros * Prefabricados ligeros * Rellenos especiales * Cerámicas	
ÁRIDOS SECUNDARIOS (Artificiales) Y ÁRIDOS RECICLADOS		* Materiales de relleno * Bases y subbases para rutas	

Fuente: De Pablos (2008)

Los subproductos pueden ser originados por diferentes tipos de rocas, pero todas son generalmente de textura totalmente cristalina (granito, diorita, gabro, dolomía, caliza, cuarcitas, etc.), siendo el granito la mejor roca para la construcción por su dureza y alta resistencia a la alteración. El residuo de la trituración, la arena granítica o *filler*, se puede utilizar también para la elaboración mezclas de morteros, premoldeados o ladrillos.

Posteriormente, sigue la etapa de transporte. Aquí se incluye desde su disposición en terminales de carga dentro del establecimiento pero alejada del yacimiento, su ubicación en zonas de acopio o bien su desplazamiento a través de vías de circulación y caminos de uso público.

2.1.2 Piedra caliza y dolomía para la elaboración de cal y cemento

El término “caliza” es un término genérico que hace referencia a las rocas sedimentarias formadas sobre la corteza terrestre que se originan por procesos de precipitación química de manera inorgánica o vinculados a la acción de organismos que favorecen la precipitación de carbonatos. Estas rocas se forman en ambientes acuáticos actuales y del pasado geológico particulares, cuyas condiciones de temperatura de las aguas, de concentraciones químicas y parámetros físico-químicos son favorables para la precipitación de compuestos llamados carbonatos.

El grupo de “carbonatos” incluye un amplio conjunto de minerales, pero principalmente nos referiremos a los dos más abundantes: calcita (carbonato de calcio) y dolomita (carbonato doble de calcio y magnesio) por ser estos los predominantes en la provincia de Buenos Aires.

En el territorio bonaerense, los bancos de calizas responden a antiguas zonas de plataformas marinas, hoy ubicadas en la región central de la provincia dentro del sistema de Tandilia. Dentro de estas serranías, en el partido de Olavarría, se ubican las dos principales cementeras de la Argentina (Loma Negra CIASA y Cementos Avellaneda SA). Ambas producen harina de cemento y cal a partir de calizas negras, formadas principalmente por calcita y materia orgánica (que es lo que otorga la coloración negra a la roca).

Imagen 2. Cantera de calizas negras



Yacimiento Barker – Loma Negra. Fuente: Delgado, ML. Informe de avance tesis doctoral *inédito*. (2015).

Sin embargo, las calizas negras no son las únicas presentes en la Provincia. En Olavarría, principalmente en Sierras Bayas, afloran y se encuentra la mayor explotación de otro tipo de calizas como por ejemplo las dolomías de tonalidades bayas, que fueron referencia para el nombre de la localidad. Estas últimas, por su contenido en magnesio y de otros minerales como el cuarzo, no son aptas para la harina de cemento, pero sí para la fabricación de cal. La principal diferencia es que se necesitan hornos de mayor temperatura para calcinar una caliza rica en dolomía (magnesio) que para calcinar una caliza rica en calcita.

Imagen 3. Cantera de dolomía



Sierras Bayas – Olavarría. Fuente: Subsecretaría de Minería de la Provincia de Buenos Aires

Si bien el principal destino de la piedra caliza es la fabricación de cemento y cal para la construcción, existen otros. La cal se utiliza también para la confección de membranas aislantes, como regulador del pH del suelo para corregir la acidez con la adición de carbonato de calcio y también para la industria alimenticia. En esta última puede ser utilizada como alcalinizante. Actualmente, se encuentra en desarrollo su utilización en bolos alimenticios para contrarrestar la acidez que se produce en el ganado vacuno con determinadas dietas, especialmente en feedlots.

2.1.3 Arcillas

El término arcilla se utiliza habitualmente con distintos significados. Puede hacerse referencia a una propiedad mineralógica del material, a su característica sedimentológica o bien a su uso o valor económico.

En una acepción mineralógica, las arcillas o argilominerales son minerales ricos en aluminio, silicio y magnesio, pudiendo contener cantidades significativas de hierro, potasio, sodio y calcio. Se caracterizan por presentarse formando hojas o escamas y son blandos. Estas propiedades físico-químicas dependen de su estructura y de su tamaño de grano muy fino (inferior a 2 μm).

En función de su característica sedimentológica, son los granos o fragmentos rocosos con diámetros menores a los 4 micrones ($<4\mu\text{m}$). Dentro de ese rango, podemos encontrar no solo minerales de las arcillas (argilominerales), sino otras especies

minerales que pueden preservarse en esos tamaños, como cuarzo, feldespato y micas, entre otros.

Desde el punto de vista económico, las arcillas son un grupo de minerales industriales con diferentes características mineralógicas y genéticas y con distintas propiedades tecnológicas y aplicaciones. En una acepción más comercial, se llama “arcilla” a la fracción menor de 5µm que presente un predominio de agrominerales. Según el tipo de agilomineral que predomine y la presencia de otros minerales que pueden ser parte de la fracción arcilla (cuarzo, feldespatos, micas, rutilo, etc.), van a ser las características técnicas que va a presentar esa “arcilla comercial” (arcillas plásticas, arcillas ferruginosas, arcillas refractarias, etc.)

Para diversos usos industriales, las propiedades estructurales de las arcillas son modificadas (activadas) para cumplir con las especificaciones necesarias. Las arcillas “puras” (solo formadas por un solo mineral) no suelen encontrarse en la naturaleza.

Los usos tradicionales de las arcillas han sido en la industria cerámica, tanto para ladrillos, cerámicos hogareños, como refractarios. Un grupo particular de arcillas ferruginosas o ricas en hierro suelen ser utilizadas en la industria del cemento como parte de la harina, reemplazando la función fundente que puede ser aportada también por residuos de la industria metalúrgica. Combinaciones de minerales arcillosos se utilizan hace tiempo en la preparación de pastas, ungüentos y lociones para uso externo.

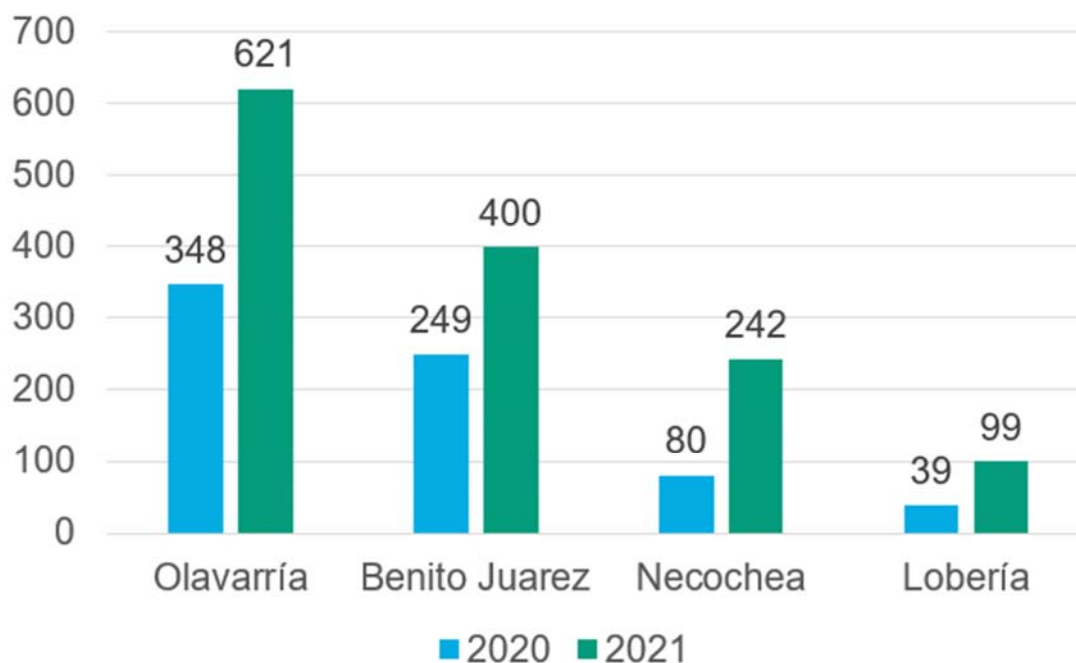
Las formulaciones cosméticas también aprovechan la suavidad, dispersión, gelificación, propiedades emulsionantes y de adsorción de las arcillas. El talco es la base de los cosméticos y polvos farmacéuticos, a menudo combinados con caolines, bentonitas y almidón.

Algunas arcillas tienen un aspecto jabonoso y, de hecho, pueden utilizarse para la limpieza. Las arcillas también se usaron y se utilizan como champús, los minerales de arcilla encuentran un uso cada vez mayor en los cosméticos para el cabello. Las arcillas se utilizaron durante siglos en preparaciones terapéuticas, intestinales y adsorbentes.

En la provincia de Buenos Aires, las arcillas se presentan principalmente en la zona centro, asociada al Sistema de Tandilia. La Producción Transportada de Minerales (PTM)³ de arcillas ubica a Olavarría como el municipio de origen con mayor volumen de toneladas transportadas en el 2020 y 2021, seguido por Benito Juárez, Necochea y Lobería. Además, se registra actividad minera en arcillas en los municipios de Azul, Tandil y Lobería (ver Mapa 3).

³ Este indicador se analiza en detalle en la Sección 3.

Gráfico 1. PTM de arcillas por municipio de origen 2020 y 2021. En miles de Tn



Fuente: Elaboración propia en base a SSM

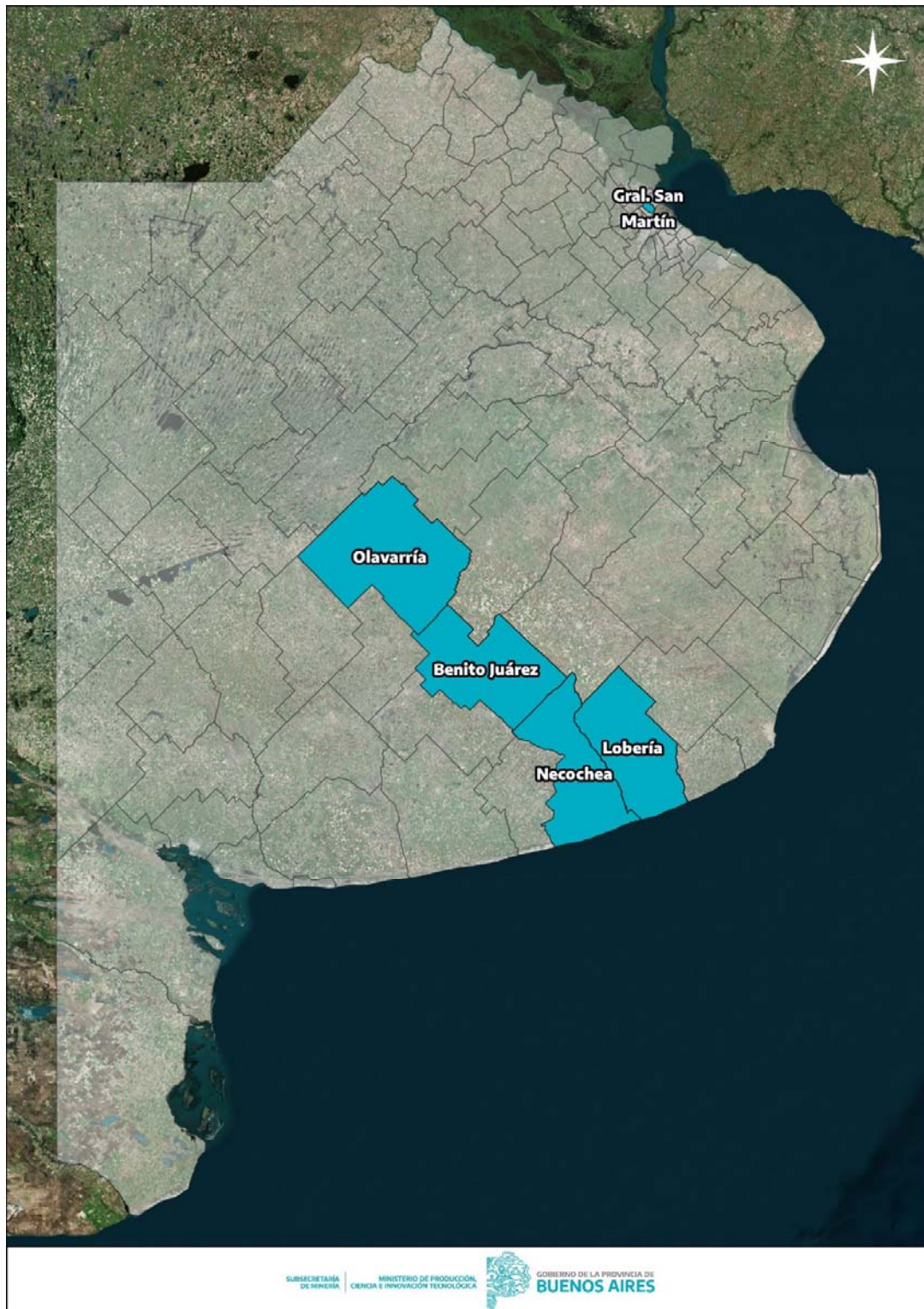
En una misma zona y bajo un único productor minero, pueden encontrarse diferentes arcillas con distintos usos y destinos productivos. Por lo tanto, no suelen tener procesamientos industriales cercanos a las minas ni estar verticalmente integrada su explotación a un único sector productivo.

La minería en la provincia de Buenos Aires, y en especial la explotación de arcillas mayormente es una minería a “cielo abierto”. La maquinaria utilizada es una retroexcavadora, una planta de trituración que puede ser de martillo. En determinadas ocasiones, de ser necesario, se realizan voladuras controladas.

A modo de esquema, las tareas a realizar serían:

1. Operaciones de limpieza y preparación del área de extracción
2. Separación del nivel de tosca y loess que va a formar parte de las escombreras o rellenos de áreas excavadas.
3. Remoción del resto del destape y vuelco del mismo en áreas excavadas y abandonadas.
4. Remoción de los horizontes de arcilla y carga a camión
5. Traslado a playa de selección y acopio
6. Carga a camión y despacho a centros de consumo
7. Acciones de mantenimiento de frente (extracción del agua pluvial acumulada)

Mapa 3. Extracción de arcillas



Fuente: SSM-PBA

Imagen 4. Explotación a cielo abierto de arcillas en PBA



Mina “El Canario”, Barker, PBA. Fuente: Delgado, *et al.* (2016)

Imagen 5. Carga y trituración de arcillas en Barker



Mina “La Ramona 2”, Barker. Fuente: CESO

De la misma manera que en el caso de los áridos, por tratarse de una explotación a cielo abierto en la mayoría de los casos, la relación entre el material de interés y el destape así como la profundidad a la que se debe llegar para hacer accesible el material son determinantes de la viabilidad económica y la rentabilidad del proyecto. En Benito Juárez hay minas en explotación actualmente con una estimación de

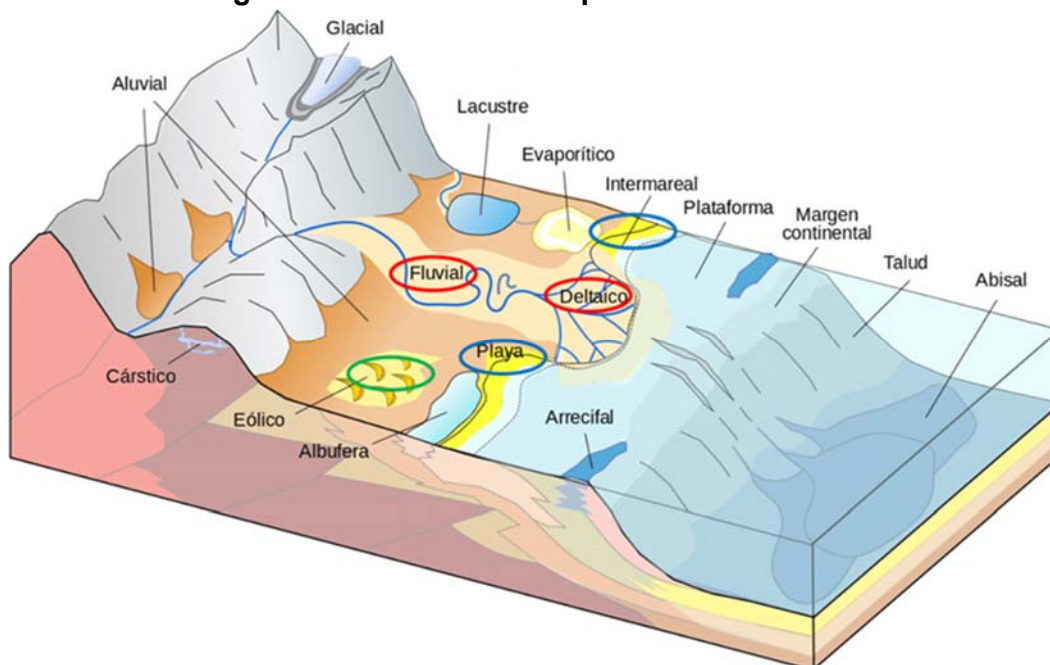
180.000 tn de arcilla comercializable por mina y la capacidad de trituración con una máquina primaria ronda los 1200 tn/día.

2.1.4 Arenas

Se considera arena al grano de roca que presenta diámetros entre 2 y 0,06 mm. Este tipo de material se genera por la erosión de materiales originales. Una vez desprendidos, estos granos son transportados y acumulados en distintos lugares del paisaje, por eso es que las podemos clasificar en (ver Figura 5):

- Arenas de río: las que se depositan en el cauce de los ríos cuando el cuerpo de agua pierde fuerza para transportarla.
- Arenas de playa: depositadas principalmente por la acción de las olas en combinación con mareas.
- Arenas de médano: se forman por la acumulación de las arenas por acción del viento.
- Arenas de “cava”: son arenas depositadas en las planicies de los ríos o llanuras, de manera saltuaria, que generalmente se las extrae a través de aperturas puntuales de poca dimensión llamadas “cavas”

Figura 5. Formación de depósitos de arena

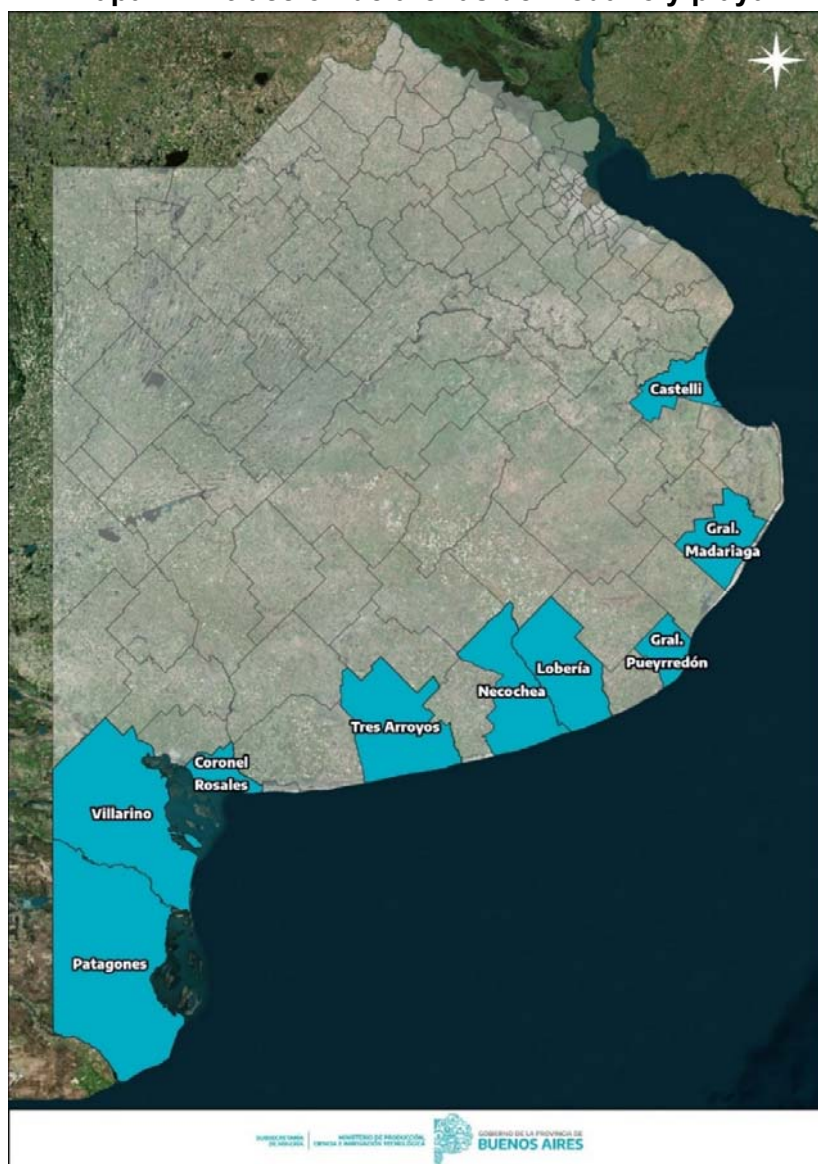


Fuente: Traducido y modificado de [SedimentaryEnvironment.jpg: Mikenortonderivative work: PePeEfe, CC BY-SA 3.0](#)

Las arenas de río se extraen a través de buques y son principalmente tomadas de los márgenes del cauce. Su principal uso es la industria de la construcción. En la zona norte de la Provincia de Buenos Aires pueden tener las características técnicas (esfericidad y dureza) para ser utilizadas en el proceso de fracturación hidráulica, en el desarrollo de combustibles no convencionales, aunque hoy en día ese segmento es abastecido por la provisión de arenas de Entre Ríos y, en menor medida, Chubut.

Tanto las arenas de playa como de médanos se extraen a partir de retroexcavadoras y su principal destino es la industria de la construcción. En el caso de las arenas de cava, su extracción se realiza también a partir de una retroexcavadora y generalmente se localizan en las inmediaciones de la obra civil que necesita de la arena.

Mapa 4. Extracción de arenas de médano y playa



Fuente: SSM-PBA

También existen arenas que son generadas como resultado de una actividad de trituración, es la llamada “arena de piedra”. Esta se obtiene como un sub-producto que forma parte del proceso de trituración realizado con los materiales áridos. Esta arena de piedra, también es comercializada por los emprendimientos de piedra partida como uno de sus productos. Este tipo de arenas, se considera para su análisis dentro del sector áridos por ser derivada de la trituración de roca.

2.1.5 Sales

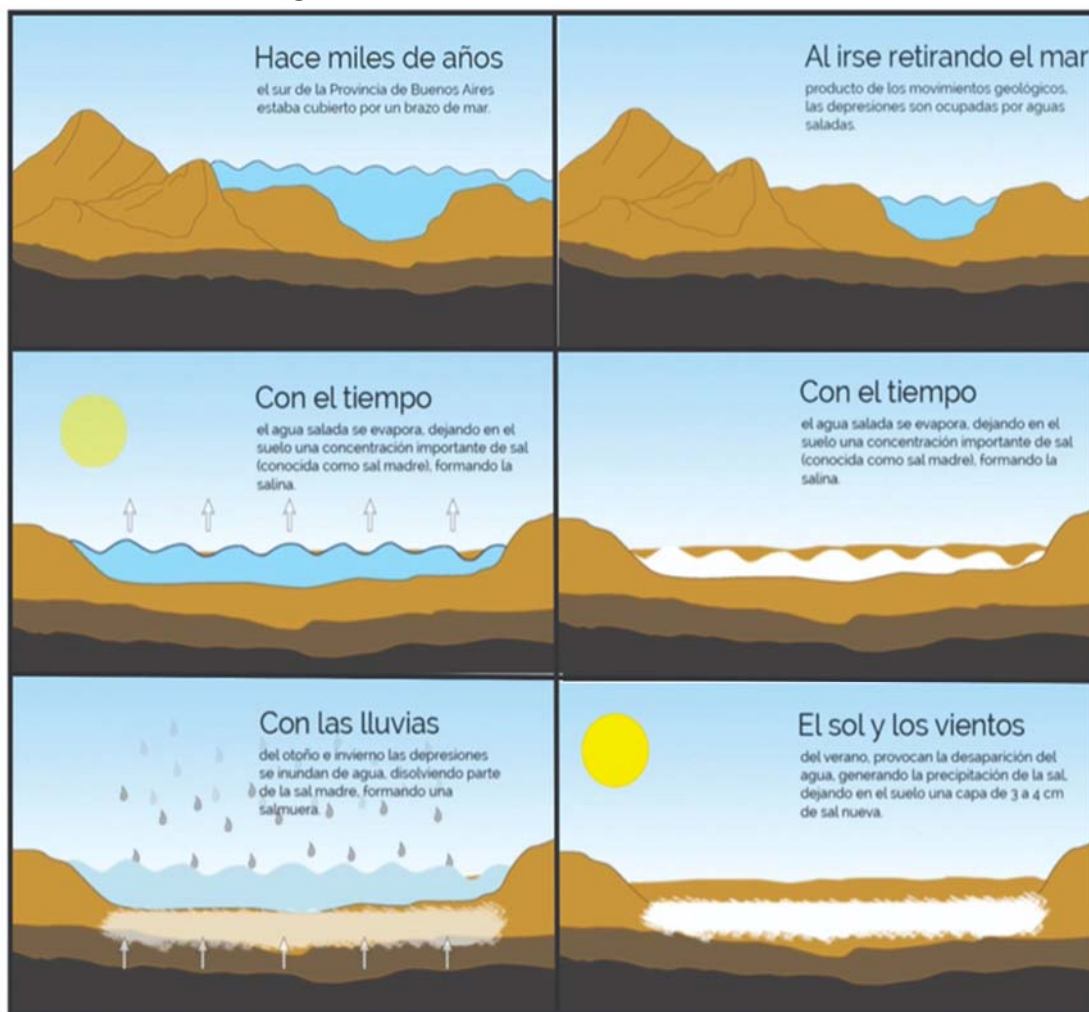
El término “sal” tiene diferentes significados y definiciones. Químicamente, es el término genérico que se usa para nombrar al producto de la reacción química entre un ácido (sulfúrico, clorhídrico, carbónico, bórico, etc.) y una base (hidróxidos de sodio, de potasio, de litio, etc.). Para muchas personas, es el nombre común con el que se llama al cloruro de sodio.

En la naturaleza, las sales se encuentran en estado sólido o en solución acuosa. En estado sólido están presentes en salares, salinas, formaciones geológicas sedimentarias (estratificadas) y en domos salinos. En solución se hallan en océanos, lagos, lagunas y aguas subterráneas.

La recuperación de sales de la naturaleza se ha practicado desde tiempos remotos y se obtiene a partir de las dos fuentes antes mencionadas: salmueras (en solución) y sal de roca (sólida). En el caso de la provincia de Buenos Aires, actualmente se explota cloruro de sodio (Figura 6). En otros momentos también se explotó el sulfato de sodio. La fuente desde donde provienen son yacimientos superficiales o de escasa profundidad y se obtienen a cielo abierto a partir de un sistema de cosecha en salares y por sistemas de bombeo en lagunas saladas, principalmente ubicados en la zona sudoeste.

Los depósitos salinos se clasifican, según su ambiente de formación, en tres categorías: continentales, marinos o mixtos. La provincia de Buenos Aires cuenta con depósitos de tipo continental. Un salar, definido como un depósito que yace en una cuenca endorreica, es una cuenca en la que se han acumulado sales en cantidades económicas, pudiendo extraer la sal por medio de labores a cielo abierto o subterráneas. Se caracterizan por ser depósitos efímeros, la mayoría del tiempo se encuentran secos debido a la alta tasa de evaporación. Por lo tanto, el clima juega un rol muy importante dentro de la evolución de los mismos. Se utiliza el término salina en lugar de salar cuando dentro del sistema hay predominio del cloruro de sodio.

Figura 6. Proceso de formación de sales



Fuente: <https://www.salaurora.com.ar/extraccion>

Buenos Aires también cuenta con la presencia de lagos o lagunas saladas que son acumulaciones naturales de agua permanente en depresiones topográficas. Al igual que los salares, la mineralización se forma a partir de aporte de iones de aguas superficiales o profundas y es susceptible a los cambios climáticos presentando fluctuaciones en las precipitaciones de las sales. Precipitan en periodos de sequía y se disuelven nuevamente en periodos de lluvia.

Se utiliza la denominación “salinas de cosecha” para designar una salina que, debido a su régimen climático de la zona en la que se encuentra ubicada, presenta dos aspectos principales a lo largo del año: salmuera o seca. Esto último depende sobre todo de las precipitaciones (ver Figura 6). La mayor parte de la sal en Argentina se obtiene a través del sistema denominado sistema de cosecha.

Cuando se forma la suficiente cantidad de sal, se raspa la superficie aflojando la capa endurecida sobre la misma y se cosecha con los equipos adecuados. La sal se acopia a la intemperie en grandes parvas o cordones, para luego ser levantada con molinetes mecánicos y depositada en camiones con grandes capacidades para transportarla a la planta procesadora y envasadora.

La sal se deja estacionar un periodo de tiempo - entre 12 a 24 meses - ya sea a la intemperie o en tolvas, para permitir que se termine de drenar la salmuera y reduzca parte de las impurezas presentes en la sal de cosecha como el sulfato de calcio. La sal proveniente de la parva se lava en contracorriente con una solución de salmuera a fin de eliminar impurezas. Luego se centrifuga y se seca en horno o secador, lo que asegura la eliminación de microorganismos. Posteriormente, se muele para alcanzar la granulometría deseada y se clasifica mediante un proceso de tamizado. Por último, se rocía con una solución concentrada de yodato de potasio, se divide en la línea industrial y comercial-alimenticia y se la envasa de acuerdo con su presentación final.

Imagen 6. Cosecha de sal



Fuente: <https://www.salaurora.com.ar/extraccion>

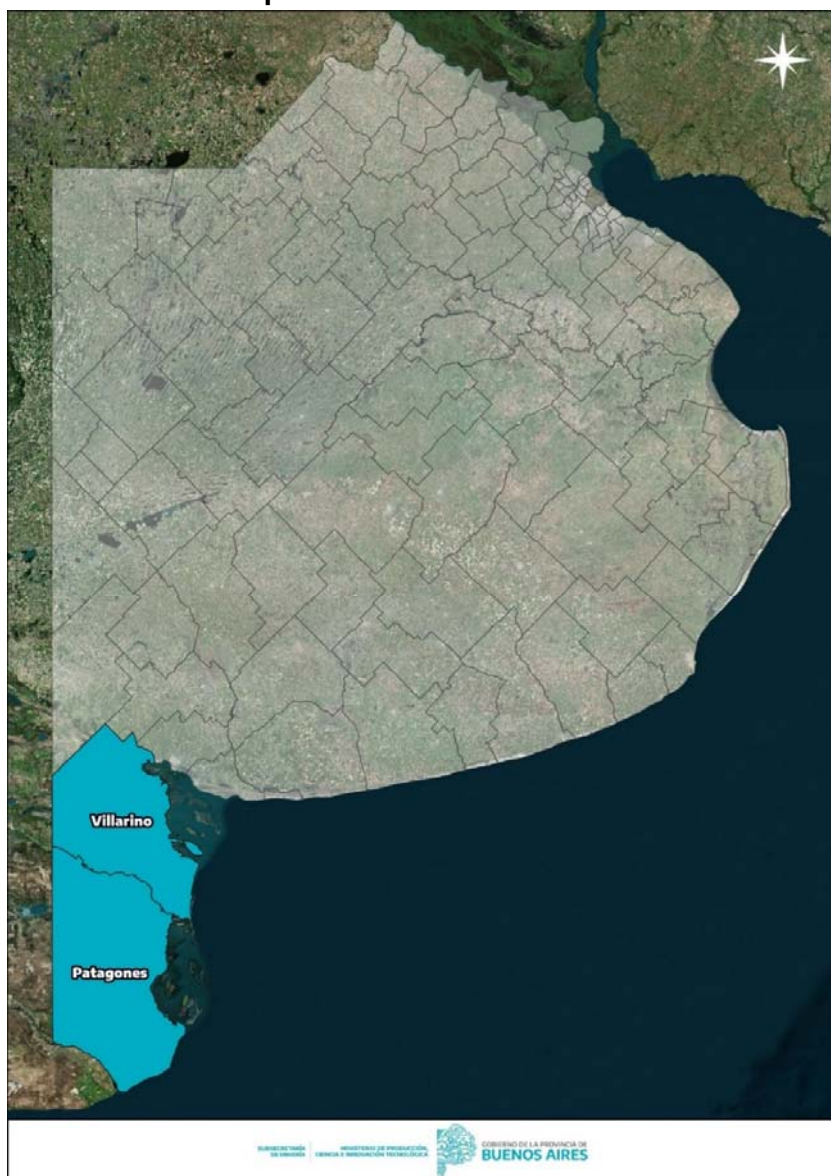
Nota: A) maquinaria que raspa la sal de la superficie; B) maquinaria que forma los cordones de sal; C) molinetes mecánicos que depositan la sal en el camión cargador; D) camión transportador de sal hacia la planta procesadora.

En cuanto al sulfato de sodio, presenta diferencias en la metodología de explotación ya que se aprovechan los cambios de solubilidad que presentan sus distintas formas cristalinas con la temperatura. Por ello, para la explotación de esta sal se aprovechan los meses de invierno, en especial los días donde las temperaturas descienden por debajo de los 0°C para su cosecha. Cuando se presentan las condiciones adecuadas, se realiza la succión de los cristales del fondo de las lagunas y en otros casos por

bombeo de las salmueras subterráneas o superficiales. Estos cristales se envían a la planta de tratamiento y se recupera el sulfato de sodio deshidratado o anhidro.

En la provincia de Buenos Aires, las salinas o salares se encuentran desde la latitud de Bahía Blanca hacia el sur. Al igual que las salinas de La Pampa, se ven beneficiadas por las cercanías a los centros de consumo. Una de las más relevantes es Salinas Chicas, destacada por su importante reserva y producción de cloruro de sodio que abarca más de 6000 ha. de montes y lagunas en el partido de Villarino (ver Mapa 5). Dado que no hay minas de sulfato en explotación actualmente, no están señaladas en el mapa.

Mapa 5. Extracción de sales

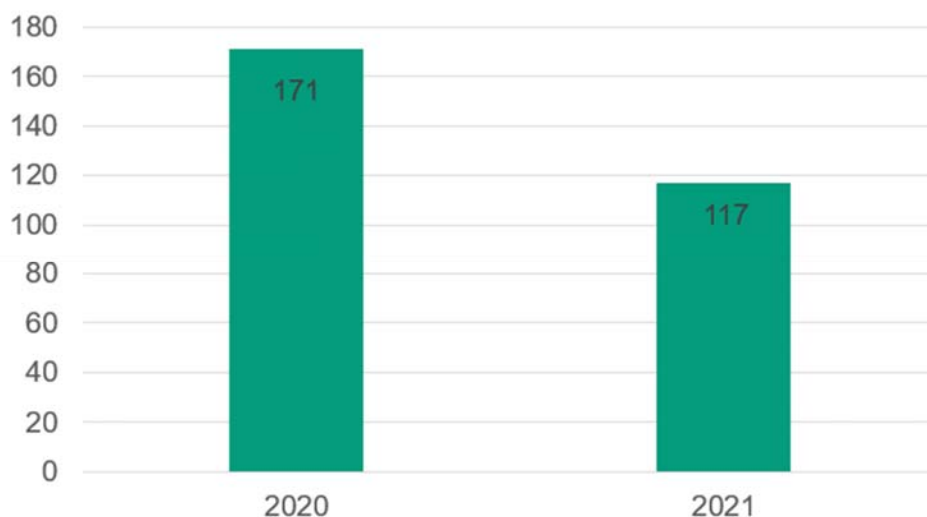


Fuente: SSM-PBA

Otra de las zonas a destacar es la laguna de agua salada Las Tunas Grandes ubicada en el partido de Trenque Lauquen. En la misma se explotaba por sistema de bombeo de la salmuera a superficie, tanto cloruro de sodio como sulfato de sodio. Actualmente estos yacimientos están inactivos.

La producción de sales en los últimos dos años ha sido de cloruro de sodio y, sólo se registra actividad en el partido de Villarino.

Gráfico 2. PTM de cloruro de sodio origen Villarino. En miles de Tn.



Fuente: Elaboración propia en base a SSM

2.1.6 Suelo seleccionado – Tosca

La tosca es básicamente un suelo con una granulometría limo arcillosa, limo arenosa con niveles medio a bajo de contenido en carbonato de calcio en forma dispersa o bien formando concreciones. Cuando la cantidad de carbonato de calcio es elevada, puede producir la cementación de la estructura. Con variaciones geotécnicas, se puede encontrar suelo seleccionado o tosca en todo el territorio de la provincia de Buenos Aires.

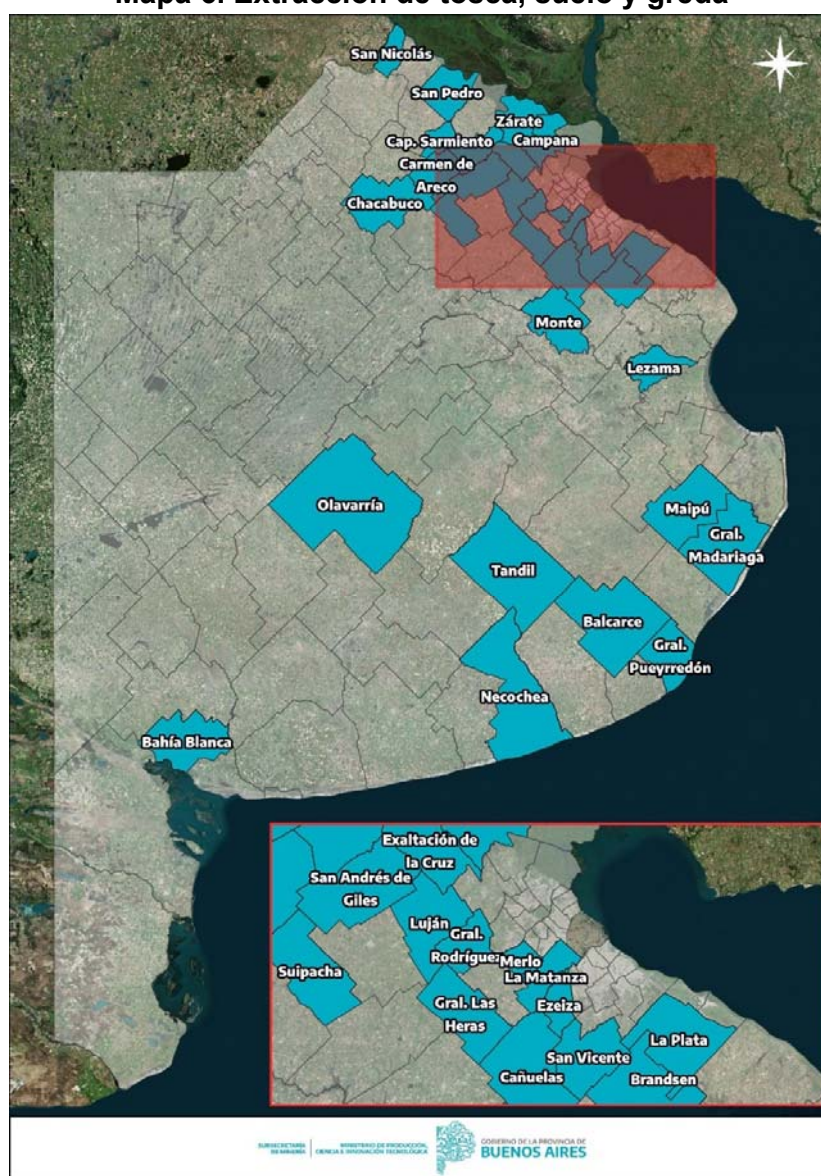
El suelo seleccionado es un material de relleno cada vez más empleado en el sector de la construcción. Principalmente, se emplea en:

- Terraplenes, bases y sub bases de caminos
- Relleno para cimentaciones de edificaciones e infraestructura (puentes, torres de electricidad, antenas, torres de parques eólicos, etc)
- Diversos acomodamientos de suelos para usos agropecuarios y en agricultura.
- Revestimiento de pavimentos

- Adobe y paredes con aditamento de cemento
- Ladrillos y ladrillos de bloques
- Acondicionamiento del suelo para el desplazamiento de animales, sobre todo en feedlots

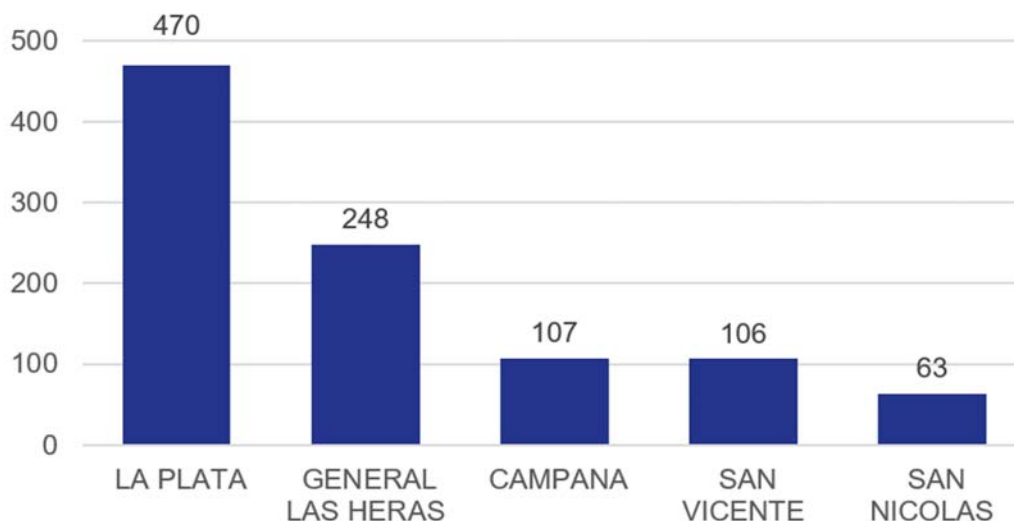
Dado que el principal costo para su obtención es el transporte, suele utilizarse algún suelo cercano al punto de consumo. Así, es habitual encontrar puntos de extracción cercanos a obras viales o de infraestructura. Aún así, los partidos La Plata, General Las Heras, Campana, San Vicente y San Nicolás se destacan por el volumen de tosca, suelos y greda que es extraída y transportada en el primer semestre de 2022 (ver Mapa 6 y Gráfico 3).

Mapa 6. Extracción de tosca, suelo y greda



Fuente: SSM-PBA

Gráfico 3. PTM de tosca, greda y suelos seleccionados. En miles de Tn.



Fuente: CESO en base a SSM

SECCIÓN 3: PRODUCCIÓN Y EMPLEO MINERO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La relevancia económica de la actividad minera se evidencia por su impacto en el empleo, el volumen y el valor de su producción. En esta sección se analizan las series más relevantes que reflejan el nivel de actividad, su composición a nivel productivo, el empleo asociado de forma directa e indirecta así como su distribución geográfica al interior de la Provincia, por calificación de la tarea, por género y el nivel de remuneraciones asociados a esas variables.

3.1 Producción Minera de la Provincia de Buenos Aires

La producción minera de la PBA cuenta principalmente con dos series para su seguimiento. En primer lugar, se presentan los datos del Producto Bruto Geográfico (PBG) de la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires (DPE-PBA). En segunda instancia, se presentan los datos de la Producción Transportada de Minerales (PTM) de la Subsecretaría Provincial de Minería (SSM).

Valorizar un volumen de producción implica definir productos homogéneos y un precio respectivo para cada producto, lo que implica un importante esfuerzo a nivel estadístico. Actualmente, la única serie provincial que muestra el valor de la producción minera se trata del PBG de Minas y Canteras elaborado por la DPE. A su vez, es la serie más larga y robusta por tener el mismo método de construcción que las series de las otras actividades económicas que analiza la DPE, por lo que se trata

de la mejor serie para realizar estudios y comparaciones económicas con otros sectores al interior de la Provincia.

La serie de PTM tiene la virtud de contar con información fiable y rápida de volúmenes de minerales transportados. Aunque nos brinda un registro valioso sobre las cantidades que se movilizan, existen serias dificultades para utilizarla como una serie de valor bruto de producción. Esto implicaría encontrar un precio de mercado para cada bien o producto transportado, pero bajo un mismo ítem declarado no necesariamente el producto es homogéneo. Lo que figura bajo una misma descripción en la PTM (por ejemplo, “arcillas” o “granito triturado”) puede tener distintos precios en función del tipo de material, su concentración, su presentación, etc. En caso de ser necesario, debería evaluarse una modificación de la información detallada en las actuales Guías de Tránsito de Minerales que facilitara este proceso.

3.1.1. Producto Bruto Geográfico

El PBG que elabora la DPE-PBA es el equivalente para una región acotada del Producto Bruto Interno (PBI) de un país. Es decir, refleja el valor total de lo producido en una zona determinada a lo largo de un período que por lo general es anual o, a lo sumo, trimestral. El PBG está dividido en dieciséis grandes sectores de actividad, uno de los cuales corresponde a la “Explotación de minas y canteras”.

Este sector representa una parte pequeña del PBG en la PBA. A precios constantes representaba el 0,22% del PBG en 2004 y pasó al 0,33% en 2020. Sin embargo, a precios corrientes actualmente representa el 0,2% del PBG (ver Gráfico 4). Esto describe un aumento del volumen físico de producción mientras que los cambios en los precios relativos han perjudicado al sector. Cabe destacar que el 2020, el último dato disponible, es un año particularmente atípico para los precios relativos por el impacto asimétrico que tuvieron las medidas asociadas a la pandemia por COVID-19 en cada sector. En pesos corrientes, el sector aportó \$15.392 millones al valor agregado de la PBA en 2020 (ver Gráfico 5).

A precios constantes, el año con mayor nivel de actividad en el sector se produjo en 2018 (ver Gráfico 5). Allí puede identificarse el período denominado como el “boom de la piedra”, iniciado en 2017 e interrumpido en 2018 por la crisis financiera y cambiaria. Este “boom” se explicó por un fuerte aumento en la producción y, sobre todo, en la inversión del sector para ampliar la capacidad productiva ante las promesas de grandes proyectos de obra pública, basados en el régimen de participación público privada (PPP). Sin embargo, esas obras no se concretaron y una parte significativa de la capacidad quedó ociosa.

En 2020, la caída del 6,5% interanual fue menor a la de otros sectores - el PBG se contrajo un 9,5% ese año -, a pesar de las restricciones en el marco de la pandemia por COVID-19. La temprana declaración de la actividad como esencial, y un contexto

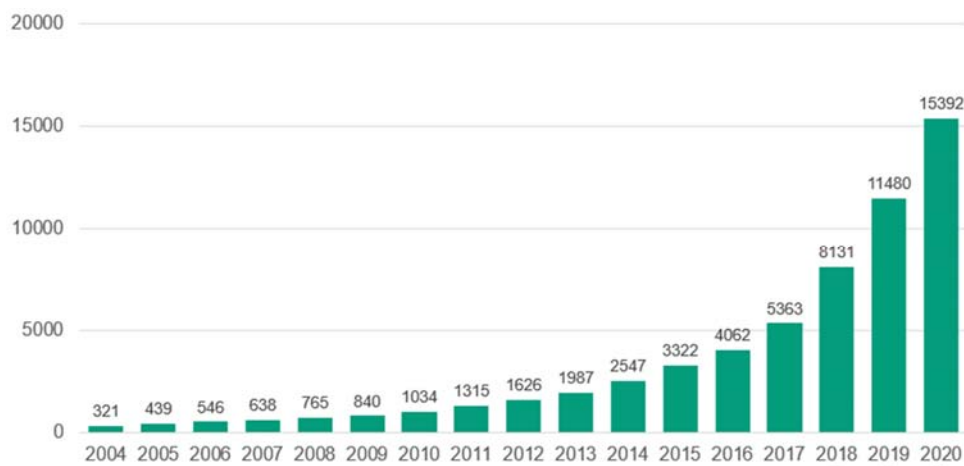
de precios históricamente bajos en el sector de la construcción, contribuyeron a una rápida reactivación del mismo.

Gráfico 4. Participación de los sectores económicos en el PBG de la PBA (año 2020)



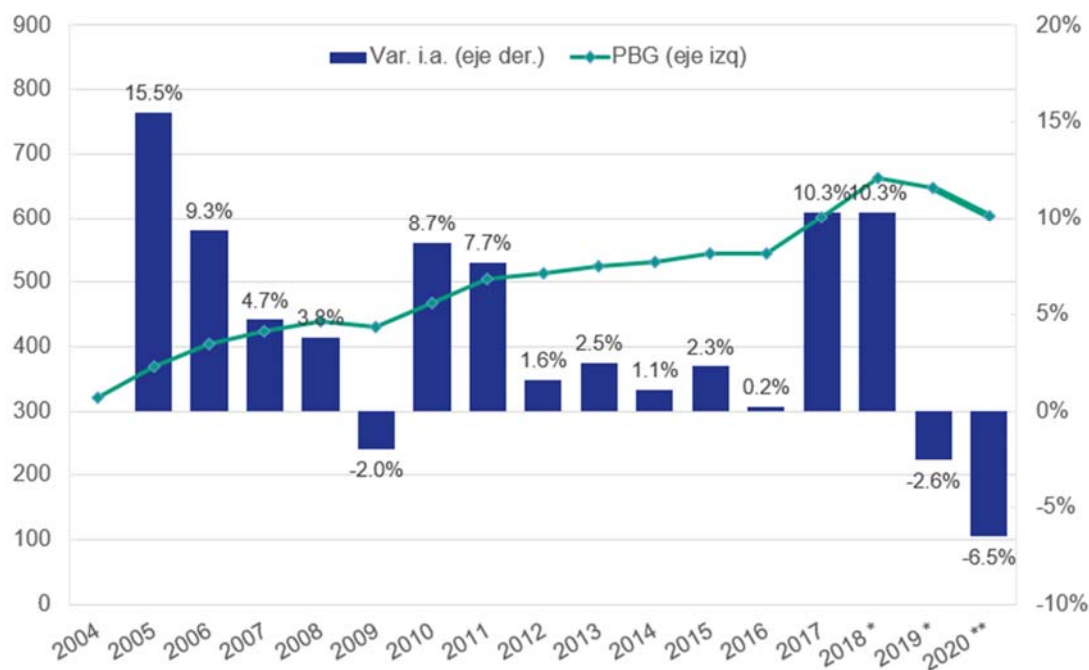
Fuente: Elaboración propia en base a DPE

Gráfico 5. PBG, Explotación de minas y canteras. En mill. de pesos corrientes



Fuente: Elaboración propia en base a DPE.

Gráfico 6. PBG, Explotación de minas y canteras. En mill. de pesos de 2004



Fuente: Elaboración propia en base a DPE

Nota: * Datos Provisorios // ** Datos preliminares

En una tendencia de mediano plazo, se puede observar un aumento persistente de la actividad. Es llamativa la poca sensibilidad a las recesiones, con una caída del sólo el 2% en el año 2009 y con crecimiento incluso en el año 2014 y 2016.

3.1.2 Producción Transportada de Minerales

En diciembre de 2019, la provincia de Buenos Aires inició un proceso de jerarquización de la actividad minera elevando la hasta entonces Dirección Provincial de Minería al rango de Subsecretaría. En ese marco, la SSM tomó la decisión de dar más visibilidad y aprovechar con fines estadísticos la información registral existente. Es así que, desde enero de 2020, está disponible la serie de Producción Transportada de Minerales (PTM), un indicador de las cantidades de minerales que son registradas en las Guías de Tránsito de Minerales. Además, se reconstruyó la serie hacia atrás con frecuencia anual hasta el 2016 inclusive.

Actualmente, la PTM es el indicador más directo e inmediato con el que se puede contar para monitorear la actividad minera bonaerense e integra el Monitor Productivo y Portuario del Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica de la

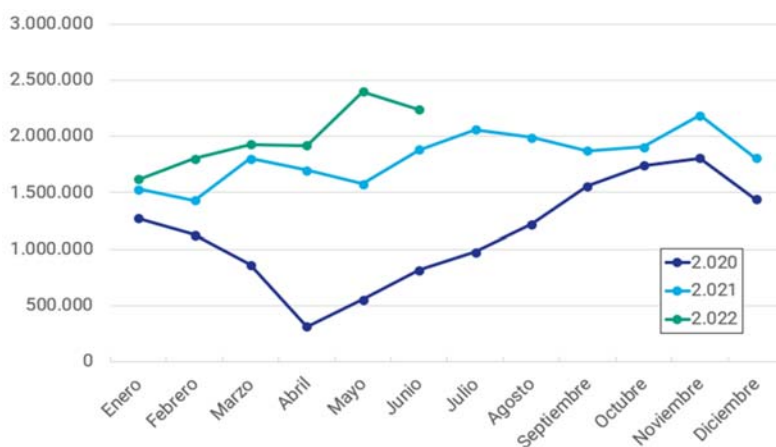
PBA⁴. A diferencia del PBG, tiene una frecuencia mensual y su disponibilidad es cercana a la fecha de cierre del período publicado por lo que permite evaluar lo sucedido en el pasado reciente.

Al respecto, cabe señalar que entre actores del sector todavía no existe un conocimiento acerca de su publicación y no es tenido en cuenta dentro de las variables a monitorear cuando puede resultar de suma utilidad para la toma de decisiones y para mostrar la relevancia del sector en sí mismo. Por lo tanto, en comunicación y difusión existe todavía un terreno de mejora en este sentido.

Sin embargo, también es preciso señalar que el PTM es un indicador basado únicamente en los minerales transportados. Está construido en base a la información indicada por cada Productor Minero en la Guía de Tránsito de Minerales⁵. Debido al origen mismo de los registros, una parte significativa de la explotación minera que se lleva a cabo de forma integrada con un proceso industrial (por ejemplo, cales y cementos) no son captadas por el indicador. Sumado a esto, tampoco capta adecuadamente la producción minera que es transportada de manera informal como ocurre en el caso de arenas, tosca, greda y suelos seleccionados. Los casos en los que no existe buena conectividad y las guías deben confeccionarse de forma manual también disminuyen la calidad de los datos recibidos. En la sección 4 se analizan propuestas para complementar estos aspectos del indicador.

En lo que va de 2022, todos los meses superaron la PTM de 2021 y 2020. En el mes de junio, la variación interanual fue de 19% con respecto del mismo mes del año anterior y en el acumulado del año la variación es del 20% respecto del mismo período del año anterior.

Gráfico 7. PTM Total. En Tns



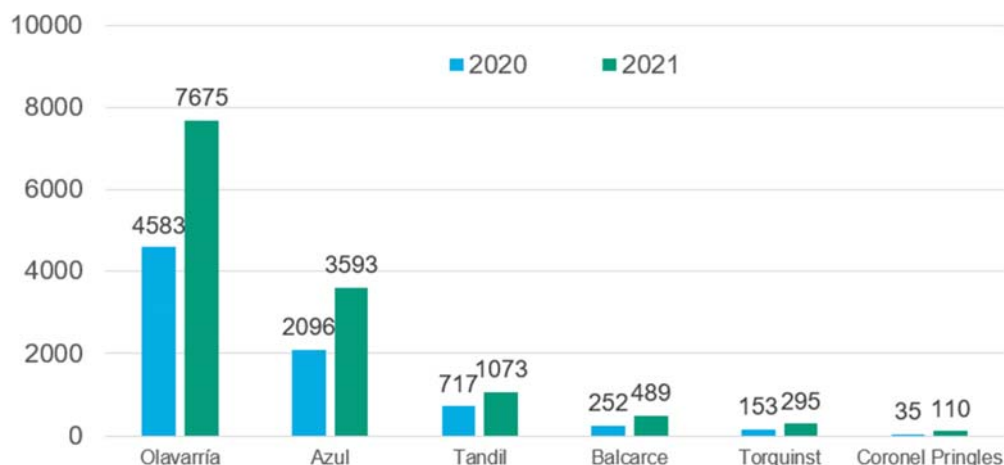
Fuente: Elaboración propia en base a PTM

⁴ Disponible en <https://www.mp.gba.gov.ar/monitores/monitores.php>

⁵ <http://www.guiasmineras.mp.gba.gov.ar/>

En 2021, el granito triturado es el mineral que registra el mayor volumen en la PTM con 13.235.380 tns., un 69% más que en el 2020 (ver Gráfico 8). Con ello, llegó a representar un 61% de la PTM total para ese año. El granito transportado se origina principalmente en el municipio de Olavarría (58% del total), seguido por Azul (27,1% del total), en tercer lugar Tandil (8,1% del total) y cuarto Balcarce (3,7% del total) .

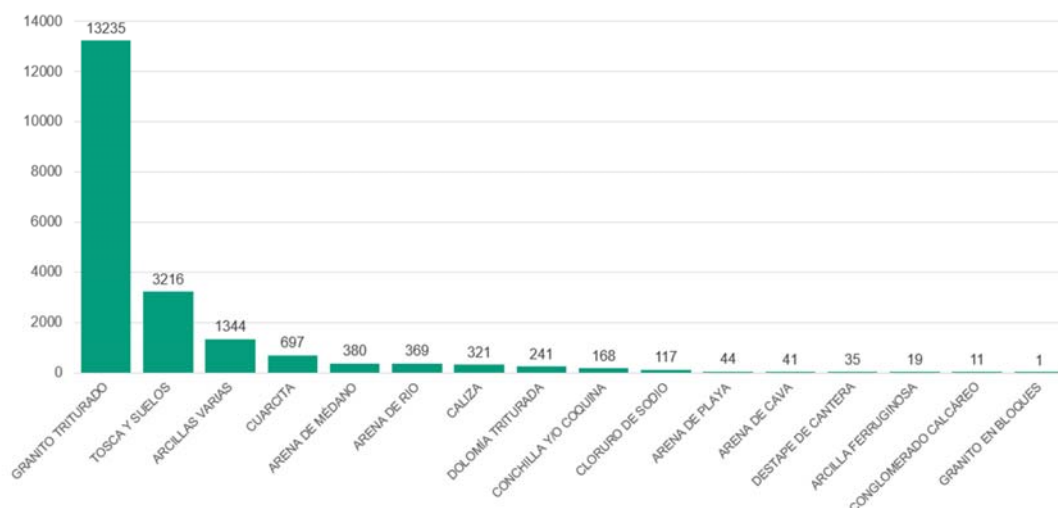
Gráfico 8. PTM de granito triturado por municipio en miles de Tns



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de la SSM

Luego del granito triturado en sus diferentes granulometrías, los minerales con mayor registro de transporte son los suelos seleccionados, arcillas varias y cuarcita (ver Gráfico 9).

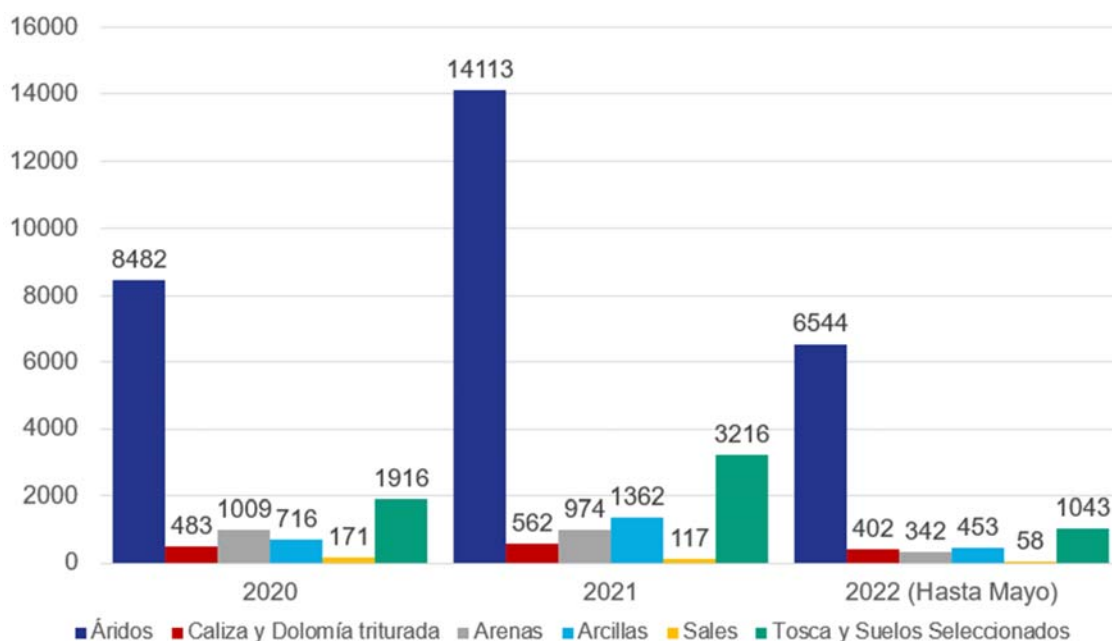
Gráfico 9. PTM por mineral año 2021 en miles de Tns



Fuente: elaboración propia en base a SSM

Por último, estos minerales pueden agruparse por tipo de mineral, lo que muestra una mayor relevancia de la arena pero todavía en niveles de registro muy inferiores a lo que es realmente transportado.

Gráfico 10. PTM por tipo de mineral en miles de Tns



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SSM

3.1.3 Demanda de otras ramas de actividad

La actividad minera no metalífera se diferencia de la metalífera, entre otros aspectos, respecto de los tipos de bienes y servicios que requiere para su desarrollo. Ello implica que su impacto en los proveedores y otras tareas asociadas también es diferente.

Según Schteingart y Allerand (2021), los principales sectores proveedores de la minería no metalífera, considerados por el monto de las compras destinadas, son la industria (29,8% de las compras totales), el comercio (28,6%), el transporte y logística (14,6%) y servicios profesionales y empresariales (6%). Al compararlo con las compras de la minería metalífera, se destacan las diferencias en el sector comercio (13,2%), de empresas industriales (23,1% en la metalífera) y de transporte y logística (7,6%).

Dentro de la rama industrial, las principales compras de la minería no metalífera se destinan a metales y metalmecánica (26,7%), alimentos y bebidas (21%, mientras que en la minería metalífera sólo alcanza el 0,8%), minerales no metálicos (15,1%),

químicos (14,1%), caucho y plástico (6,1%), madera y papel (5,4%) y textil y calzado (5,3%).

Austin Powder y Fabricaciones Militares se encuentra entre las principales destinatarias de las compras dentro del rubro de los químicos. Ambas realizan no sólo la venta de insumos sino también el servicio de voladura en las canteras. A diferencia de otras empresas que realizan la misma actividad, como Orica y Enaex, producen localmente los explosivos que utilizan. En la rama de reparaciones de maquinarias se posiciona principalmente Finning Soluciones Mineras, que tiene representación exclusiva de Caterpillar en Argentina y cuenta con oficinas en las ciudades de Olavarría y Mar del Plata dentro de la PBA.

A diferencia de la minería metalífera, que se abastece de combustible por medio de contratos directos con las productoras como YPF, la compra de combustibles en la minería no metalífera se hace principalmente a través de los comercios minoristas o mayoristas. También es más habitual para la minería no metalífera tener como proveedores una cantidad mayor de comercios, especialmente minoristas, a diferencia de la minería metalífera que establece contratos directos con productores o importadores directos.

Al considerar las importaciones, tanto directas como indirectas, la minería no metalífera demandó productos extranjeros por el 13,5% de sus compras totales, un ratio inferior al de la minería metalífera en la que se alcanzó el 19,2% de las compras totales.

3.2 Empleo Minero en la Provincia de Buenos Aires

El empleo de la minería bonaerense puede observarse a partir del seguimiento de dos fuentes principales. Históricamente, la principal fuente fue el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Recientemente se publicó el Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera en Argentina (SIACAM) elaborado por el Ministerio de Desarrollo Productivo. Mientras que en el OEDE la información está presentada por el tipo de actividad de acuerdo a la CIIU Revisión 3⁶, en el SIACAM la información está organizada por el CLANAE que utiliza la AFIP.

La serie publicada por OEDE tiene una larga trayectoria y sigue siendo una principal referencia para la periodicidad y consistencia en la publicación de los datos. El SIACAM es una herramienta novedosa y prometedora porque permite un mayor nivel de desagregación en los datos por tipo de actividad y ubicación geográfica pero no está garantizado que se vaya a mantener actualizado de forma permanente. Además,

⁶ La Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) es una forma normalizada de organizar los sectores por actividad económica con apertura disponible en https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev3_1s.pdf

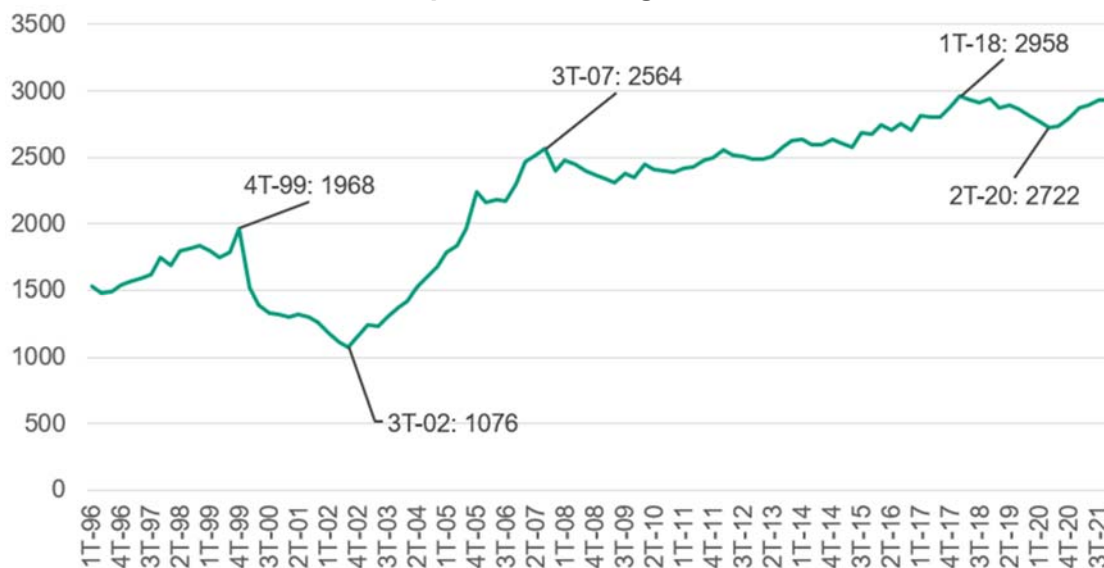
brinda información respecto de las remuneraciones que no está disponible en otras fuentes. Ambas series tienen el déficit de contar únicamente los empleos formales registrados. La forma con la que se mide el trabajo informal o no registrado en nuestro país es a partir de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) que realiza el INDEC pero la muestra se genera en centros urbanos por lo que tiene un subregistro muy significativo de la actividad minera en general.

En cualquier serie no debe perderse de vista que una parte significativa de la actividad minera se lleva a cabo integrada verticalmente con su proceso industrial, como es el caso del cemento y la cal. Por lo tanto, estos datos deben interpretarse como un límite inferior para conocer la cantidad total de empleos que genera la actividad.

3.2.1 Cantidad de empleos mineros no metalíferos

La serie de empleo registrado del OEDE-MTEySS comienza en el primer trimestre de 1996 (1T-96). Desde su inicio, los empleos mineros no metalíferos registrados en la provincia de Buenos Aires crecieron de forma constante hasta la crisis de la convertibilidad, alcanzando los 1968 empleos en el 4T-99 (ver Gráfico 11). Iniciada la crisis, llegó al punto más bajo en el 3T-02 para luego tener un crecimiento rápido y sostenido hasta los 2564 puestos de trabajo en el 3T-07. Desde el 2007 mantuvo un nivel relativamente estable, aunque levemente menor, promediando los 2500 puestos de trabajo durante prácticamente una década lo que indica una baja elasticidad del empleo registrado en relación al producto en este período. Esto puede interpretarse como una fuerte mejora en la productividad ya que, con un nivel similar de empleos, las cantidades producidas se incrementaron un 42% entre 2007 y 2017. Dado que estamos observando la evolución del empleo registrado únicamente, un incremento en la informalidad del empleo en el sector tendría el mismo efecto - un incremento en las cantidades producidas que no es acompañado por mayor empleo registrado - pero consideramos que, aún en el caso de darse, difícilmente pueda llegar a explicar todo el aumento en las cantidades producidas.

Gráfico 11. Empleo minero registrado en la PBA

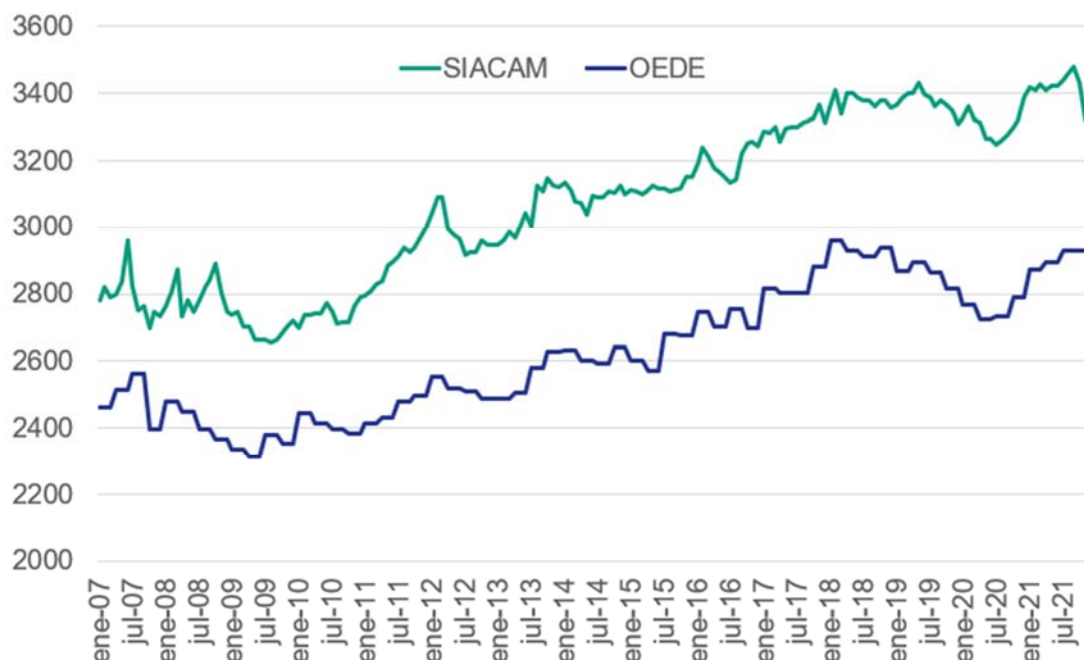


Fuente: elaboración propia en base a OEDE-MTEySS.

En 2017 se inicia un ciclo de crecimiento, más acotado que los anteriores, que registra un nuevo máximo en 1T18 con 2958 puestos de trabajo. A pesar de la fuerte crisis económica 2018-2019 no parece haber afectado significativamente los puestos de trabajo registrados de la minería en la PBA. En el 2T-20, el período de mayor impacto de la pandemia por COVID-19, se registraron 2722 empleos, un 8% menos que el máximo del 1T-18. El empleo minero en la PBA comenzó a crecer en el 3T-20, adelantando su recuperación a la de otros sectores de la economía.

La base disponible en SIACAM es más corta, ya que se inicia en enero de 2007, y tiene frecuencia mensual. El comportamiento de la serie durante el período comparado no es significativamente diferente, pero tiene una diferencia de nivel por las fuentes consideradas y los criterios para ser incluidos dentro del sector que son más precisos (ver Gráfico 12). Al mes de marzo de 2022, la provincia de Buenos Aires alcanza a tener un total de 3447 empleos mineros registrados según SIACAM.

Gráfico 12. Comparación de empleo minero SIACAM - OEDE



Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM y OEDE-MTEySS

3.2.2 Participación de la PBA en el empleo minero nacional

Al mismo tiempo que fue evolucionando el nivel de empleo minero en la PBA y en todo el país, el peso del empleo minero de la PBA en el total nacional también se fue modificando. Durante la convertibilidad, la PBA representó entre un 14% y 16% del empleo minero nacional (ver Gráfico 13). Al iniciarse la crisis en 1999 su participación creció hasta el 18% producto de la caída en otros sectores pero luego al profundizarse la recesión cayó hasta contener el 12,5% del total de empleos mineros nacionales. En ese mismo período, comienza una fuerte expansión de la minería metalífera en el resto del país. A pesar de eso, la PBA logró volver a tener el mismo porcentaje del empleo minero nacional que en la década previa con un 16% en el 4T-05. A partir de allí, entre el menor crecimiento del empleo en la PBA y la continua expansión de otros proyectos, su participación nacional se fue reduciendo hasta el 11% en el 1T-13. En el último lustro, la PBA representa entre el 12% y 13% del empleo minero nacional.

Si excluimos la incidencia de la minería metalífera, observamos que la PBA representa actualmente un 19,7% del empleo minero nacional (ver Gráfico 14). Esta relación se ubicó entre un 20% y 24% entre 2003 y 2021, registrando la mayor participación de la PBA en el 3T-16 con un 23,6%.

Gráfico 13. Puestos de trabajo mineros PBA/Total Nacional



Fuente: elaboración propia en base a OEDE-MTEySS.

Gráfico 14. Puestos de trabajo mineros PBA/Total Nacional sin minería metalífera



Fuente: elaboración propia en base a OEDE-MTEySS

Tabla 2. Empleos mineros por provincia en 2021

Cod. CIIU Rev. 3	13	14	13 y 14
Descripción	Extracción de minerales metalíferos	Explotación de otras minas y canteras	Total
Buenos Aires	4	2,925	2,929
Capital Federal	154	901	1,055
Catamarca	*	557	557
Córdoba	0	1,504	1,504
Corrientes	0	161	161
Chaco	0	48	48
Chubut	46	458	504
Entre Ríos	0	392	392
Formosa	0	*	*
Jujuy	1,450	702	2,152
La Pampa	0	345	345
La Rioja	0	79	79
Mendoza	132	411	543
Misiones	0	187	187
Neuquén	*	304	304
Río Negro	*	524	524
Salta	243	1,998	2,241
San Juan	2381	836	3,217
San Luis	0	205	205
Santa Cruz	5261	1389	6,650
Santa Fe	*	479	479
Santiago del Estero	0	261	261
Tucumán	*	158	158
Tierra del Fuego	0	42	42

Fuente: Elaboración propia en base a OEDE.

Al 4T-21, la provincia de Santa Cruz es la de mayor empleo minero directo registrado con un total de 6.650 puestos de trabajo⁷. Le siguen San Juan (3.217), Buenos Aires (2.929) y Salta (2.241). Al contemplar únicamente la *Explotación de otras minas y canteras*, es decir, excluyendo a la minería metalífera, la principal provincia de empleo

⁷ Para esta comparación se tomaron los datos con un nivel de desagregación de dos dígitos en la agrupación de CIIU ya que al incrementar la apertura se pierden datos por quedar comprendidos dentro del secreto estadístico ya que no pueden ser publicados si permiten identificar casos puntuales.

registrado es Buenos Aires (2.925) seguida por Salta (1.998) y Córdoba (1.504). Por la magnitud de los datos, no sería extraño que dentro de este grupo se encuentren empresas que se dedican a la extracción de litio ya que de esa manera se explica el lugar que tiene Salta en este conjunto.

3.2.3 Composición del empleo por subsector de actividad

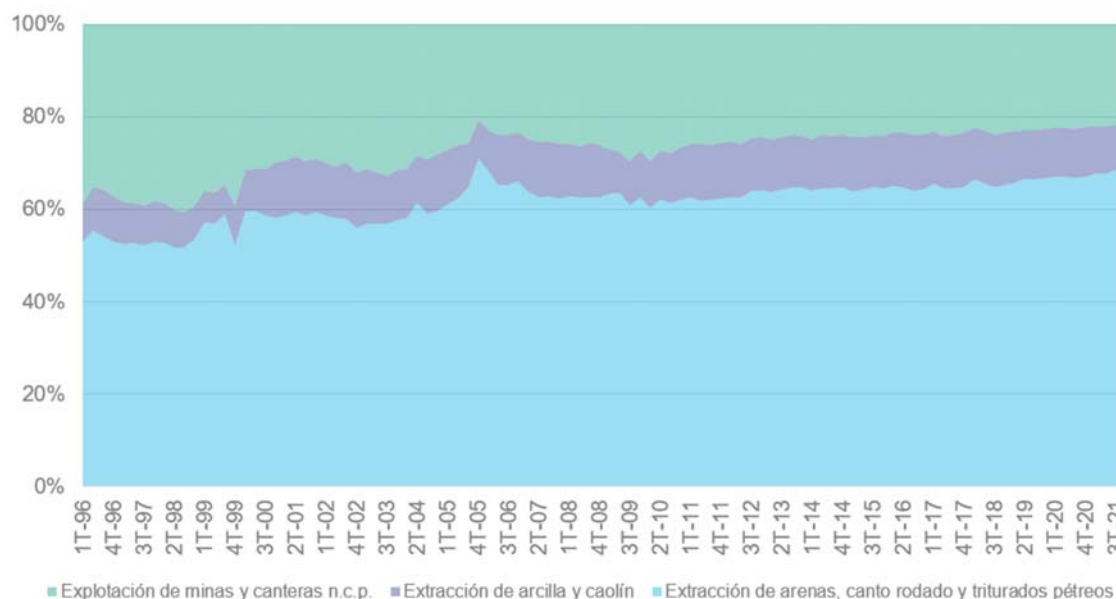
El análisis del empleo por subsector implica tomar la información provista por OEDE para la división 14 (Explotación de otras minas y canteras) con apertura por rama de actividad de 4 dígitos. Dado que se pierden registros al tomar la información con mayor nivel de desagregación por el secreto estadístico, el análisis que se puede hacer de esta serie no es respecto del nivel total de empleo sino del peso relativo que tiene cada subsector dentro de la rama de actividad y aún así las conclusiones deben ser muy acotadas ya que no reflejan la real composición del sector.

La división 14 está compuesta por siete subsectores: Extracción de rocas ornamentales (Cod. 1411), Extracción de piedra caliza y yeso (Cód. 1412), Extracción de arenas, canto rodado y triturados pétreos (Cod. 1413), Extracción de arcilla y caolín (Cod. 1414), Extracción de minerales para la fabricación de abonos y productos químicos, excepto turba (Cod. 1421), Extracción de sal en salinas y de roca (Cod. 1422) y Explotación de minas y canteras n.c.p. (1429). De estos siete subsectores, sólo tienen datos publicados tres subsectores: Extracción de arenas, canto rodado y triturados pétreos (Cod. 1413), Extracción de arcilla y caolín (Cod. 1414) y Explotación de minas y canteras n.c.p. (1429)⁸. El resto de los subsectores no publica datos para la PBA por el secreto estadístico, lo que indica que son pocas empresas las que participan pero puede ser una cantidad de empleos significativa. Con estas precauciones, se puede analizar la composición del empleo entre estos tres subsectores.

El subsector de arenas, canto rodado y triturados pétreos es el de mayor participación entre los tres subsectores analizados. Siempre se ubicó por encima del 50% del total y fue siguiendo una trayectoria relativamente creciente hasta el 69% que representa en la actualidad. La extracción de arcillas y caolín también registra un leve incremento en la participación desde el 8% inicial hasta el 10% en la actualidad pero con un comportamiento muy estable. La actividad que reduce su participación son las que no se encuentran clasificadas previamente (n.c.p.).

⁸ No consideramos al subsector 1422 porque los datos corresponden únicamente al GBA y no al Resto de la PBA donde se realiza la actividad.

Gráfico 15. Composición del empleo minero por subsector durante 1996-2021



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE

Por su parte, el SIACAM reporta 4.133 puestos de trabajo en la PBA al mes de marzo de 2022. Sin embargo, aquí se incluyen 686 puestos de trabajo asociados a la minería metalífera que no se desarrolla en la provincia pero que pueden estar incluidos aquí por tratarse de servicios asociados a esas actividades que no necesariamente necesitan estar ubicados de forma permanente en los yacimientos como los servicios profesionales, tareas de logística y comunicación o administrativas, entre otras.

Siguiendo el análisis de esta fuente, los puestos de trabajo en la minería no metalífera fueron 3.447 a marzo de 2022. Este grupo podemos subdividirlo en 2.428 puestos de trabajo que se desarrollan directamente en actividades mineras y 1.019 empleos que pertenecen a empresas mineras sin ser propiamente una tarea de explotación minera, como lo pueden ser las tareas administrativas, servicios logísticos, de mantenimiento, etc (Ver Figura 7).

De esta relación surge que en promedio se requieren 0,42 puestos de trabajo no mineros por cada empleo minero en una empresa del sector. Sin embargo, esta relación debe interpretarse con ciertas precauciones. Dado que considera sólo a los empleos directos del sector minero y no se cuentan los múltiples servicios asociados a la explotación minera pero que pertenecen a otras ramas (por ejemplo, metalmecánica, transporte, comunicaciones, etc.), es sólo un punto de partida para medir el impacto del empleo minero en otras actividades que muestra la característica multiplicativa del empleo minero.

Schteingart y Allerand (2021) estiman para toda la minería no metalífera que por cada empleo en el sector se generan 0,4 empleos en otras actividades asociadas, sólo como efecto de primera ronda, es decir, sin considerar lo que esas empresas a su vez demandan para satisfacer la demanda de la minería no metalífera. Dentro de la minería no metalífera, las sales tienen el mayor efecto multiplicador de primera ronda (0,83) seguido por la piedra caliza y yeso (0,55). El menor efecto multiplicador lo tiene el subsector de arcillas y caolín (0,27).

En cantidad absoluta, los servicios de transporte automotor de carga son los que mostraron una mayor cantidad de empleo atribuible a la minería no metalífera, seguido por la fabricación de explosivos y productos de pirotecnia y por servicios de seguridad.

Figura 7. Empleos mineros en la provincia de Buenos Aires (SIACAM)



Fuente: Elaboración propia en base a SIACAM

3.2.4 Composición del empleo por calificación del puesto y por género

La distribución de los puestos de trabajo por género está fuertemente masculinizada. Sólo el 6,2% de los puestos de trabajo en la Provincia de Buenos Aires eran ocupados por mujeres en febrero de 2022, según SIACAM. En ciertos puestos, como los profesionales, oficinas e incluso en los roles directivos, la participación de las mujeres es más elevada. En cambio, al observar puestos operarios y técnicos, que son los puestos que más puestos de trabajo generan, la participación de las mujeres es considerablemente menor (ver Gráfico 17). En este sentido, es destacable la tarea de visibilización y difusión del trabajo realizado por mujeres en el sector que viene realizando la SSM con el objetivo de incentivar a la formación y contratación de mujeres en puestos que no son tradicionalmente los que ocupan las mujeres.

Gráfico 16. Empleo por tipo de puesto (SIACAM)



Fuente: Elaboración propia en base al SIACAM

Gráfico 17. Empleo por género según tipo de puesto (SIACAM)

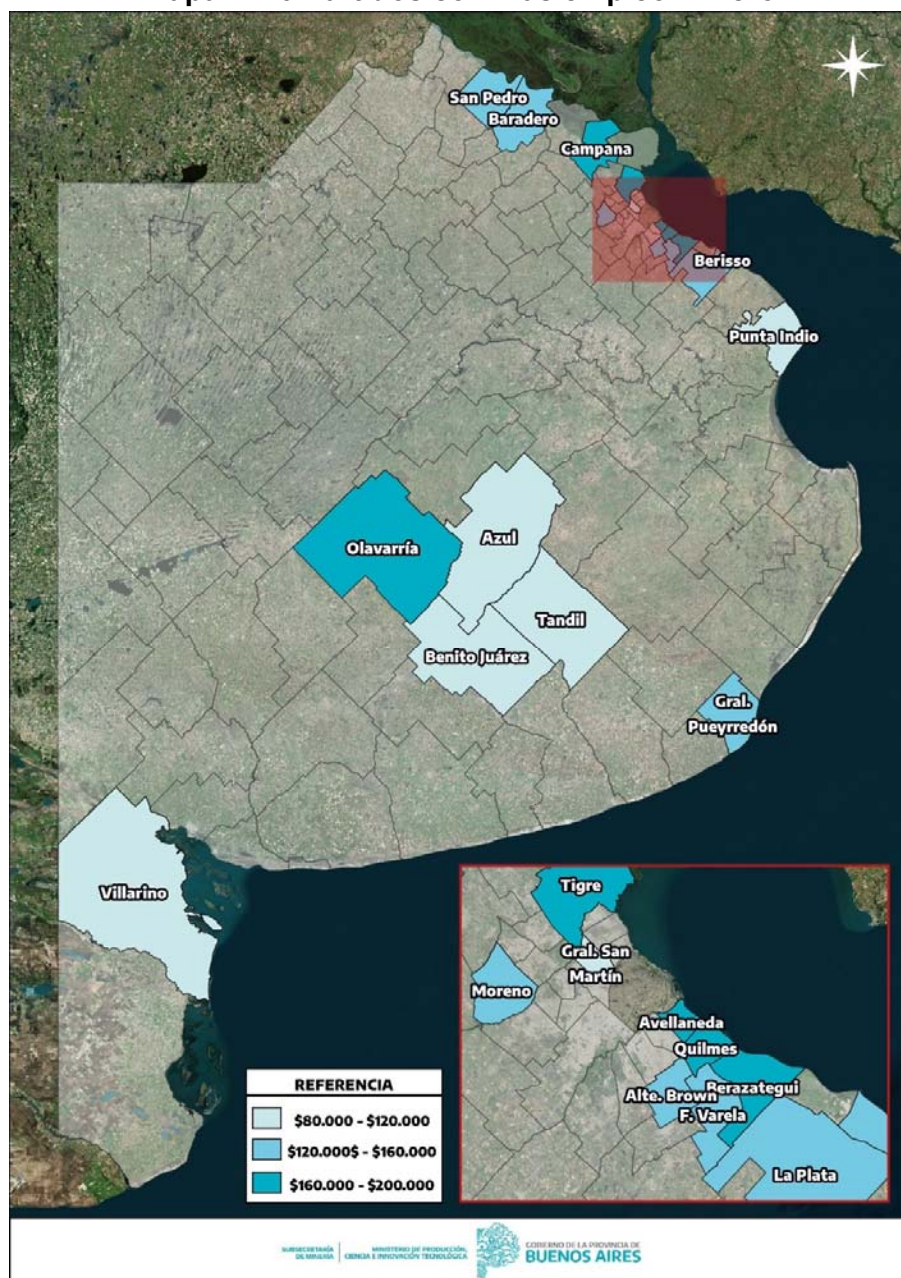


Fuente: Elaboración propia en base al SIACAM

3.2.5 Composición y remuneración por localidad

El SIACAM reporta puestos de trabajo en 102 de los 135 Municipios. No debe asemejarse esto a que necesariamente en esos mismos municipios se desarrolle actividad minera. Olavarría concentra el 34% de los empleos mineros de la Provincia y es el municipio con mayor cantidad de empleos mineros por amplio margen, con un total de 1388, lejos se encuentra el municipio de Tandil que es el segundo de mayor importancia con 176 empleos (ver Tabla 3 y Mapa 6).

Mapa 7. 20 Partidos con más empleo minero



Fuente: SSM-PBA

La remuneración promedio fue de \$146.400 al mes de febrero de 2022. Los municipios de mayor remuneración promedio se ubican en zonas costeras (La Costa, Mar Chiquita) o del Gran Buenos Aires (Exaltación de la Cruz, Vicente López, Ezeiza, Ensenada). Olavarría tiene una remuneración que es un 9,4% superior al promedio mientras que en Tandil el salario bruto es un 27,1% inferior al promedio. En el extremo de menor remuneración promedio se encuentran otras localidades del Gran Buenos Aires o cercanas (Coronel Branden, Marcos Paz, General Las Heras) y también localidades con un número significativo de trabajadores, vinculadas a la minería no metalífera tradicional, como Azul y Villarino.

Tabla 3. Principales localidades de residencia y sueldo promedio (20 primeras localidades). Febrero 2022

Municipio	Puestos de Trabajo	Salario Bruto Promedio
Olavarría	1.388	\$ 160.093
Tandil	176	\$ 106.675
Benito Juárez	161	\$ 111.711
Campana	148	\$ 187.812
Villarino	118	\$ 82.754
General Pueyrredón	112	\$ 151.312
Tigre	106	\$ 174.177
Azul	95	\$ 81.055
Berisso	94	\$ 141.260
La Plata	92	\$ 130.662
Florencio Varela	75	\$ 122.311
Berazategui	69	\$ 181.482

Punta Indio	68	\$ 119.379
Quilmes	66	\$ 199.816
San Pedro	57	\$ 125.508
Avellaneda	56	\$ 162.667
Moreno	53	\$ 132.519
Almirante Brown	52	\$ 158.174
Baradero	50	\$ 135.916
General San Martín	50	\$ 104.685

Los puestos de calificación alta tienen una remuneración promedio de \$184.580, los de calificación media \$144.766 y los de calificación baja \$90.722. Según SIACAM, 1261 empleos corresponden a alta calificación, 1899 calificación a media y 392 a calificación baja.

Tabla 4. Empleo y remuneración según capacitación y puesto

CALIFICACIÓN	PUESTO	PUESTOS DE TRABAJO	SALARIO BRUTO	PROMEDIO SEGÚN CALIFICACIÓN
ALTA	OPERADORES DE INSTALACIONES MINERAS	787	\$ 129.560	\$ 184.580
ALTA	OFICIALES MAQUINISTAS	104	\$ 198.452	
ALTA	CAPITANES, OFICIALES DE CUBIERTA, PRÁCTICOS	90	\$ 310.943	
ALTA	OTROS OPERADORES DE MÁQUINAS Y MONTADORES	61	\$ 123.257	

ALTA	ESPECIALISTAS EN ORG Y ADM DE EMPRESAS	60	\$ 129.332	
ALTA	EMPLEADOS DE CONTABILIDAD Y COSTOS	40	\$ 127.787	
ALTA	DIRECTORES Y GERENTES GENERALES	38	\$ 127.148	
ALTA	GERENTES DE EMPRESAS	37	\$ 327.322	
ALTA	TÉCNICOS EN ING DE MINAS Y METALURGIA	26	\$ 175.298	
ALTA	ELECTROTÉCNICOS	18	\$ 196.696	
MEDIA	OPERADORES DE MAQUINAS PARA FABRICAR CEMENTO Y OTROS PROD	439	\$ 172.108	\$ 144.766
MEDIA	OTROS OFICINISTAS	307	\$ 138.431	
MEDIA	EMPLEADOS DE SERVICIOS DE APOYO A LA PRODUCCIÓN	241	\$ 126.483	
MEDIA	MINEROS Y CANTEROS	233	\$ 99.561	
MEDIA	MARINEROS DE CUBIERTA Y AFINES	229	\$ 231.985	
MEDIA	OFICIALES Y OPERARIOS DE LA CONSTRUCCIÓN	125	\$ 56.297	
MEDIA	CONDUCTORES DE CAMIONES PESADOS	116	\$ 120.077	
MEDIA	MECÁNICOS Y AJUSTADORES INDUSTRIALES	72	\$ 196.132	

MEDIA	MECANICOS Y AJUSTADORES DE MAQUINARIA AGRICOLA E INDUS	72	\$ 196.132	
MEDIA	OPERADORES DE INSTALACIONES DE PROCESAMIENTOS DE MINERALES Y ROCAS	65	\$ 110.455	
BAJA	PEONES DE MINAS Y CANTERAS	235	\$ 115.537	\$ 90.722
BAJA	PEONES DE CARGA	52	\$ 84.433	
BAJA	LIMPIADORES DE OFICINA	38	\$ 64.779	
BAJA	MOZOS DE LABRANZA Y PEONES AGROPECUARIOS	24	\$ 74.212	
BAJA	PORTEROS Y GUARDIANES	15	\$ 136.955	
BAJA	PEONES DE MONTAJE	12	\$ 92.273	
BAJA	PEONES DE CONSTRUCCIÓN	7	\$ 112.881	
BAJA	CONDUCTORES DE VEHICULOS A PEDAL O BRAZO	5	\$ 44.704	
BAJA	LAVADORES DE VECHÍCULOS	2	*	
BAJA	PEONES FORESTALES	2	*	

3.2.6 Salario real

El salario real indica el poder de compra de los salarios nominales, descontando el efecto de la variación de precios. Para evaluar la evolución del salario real minero bonaerense se tomó la serie anual de *Otras minas y canteras* (Cod. 14 del CIIU Rev. 3) del MTEySS-OEDE, por ser la más representativa y no tener interrupciones en su publicación. Esta serie está deflactada⁹ mediante el índice de precios al consumidor (IPC) que provee el INDEC. Para los períodos en los que no se puede utilizar el IPC como un dato representativo, se utilizó el promedio de 7 provincias. Para repartir el efecto del aguinaldo que se ven como saltos bruscos, se construyó el promedio semestral.

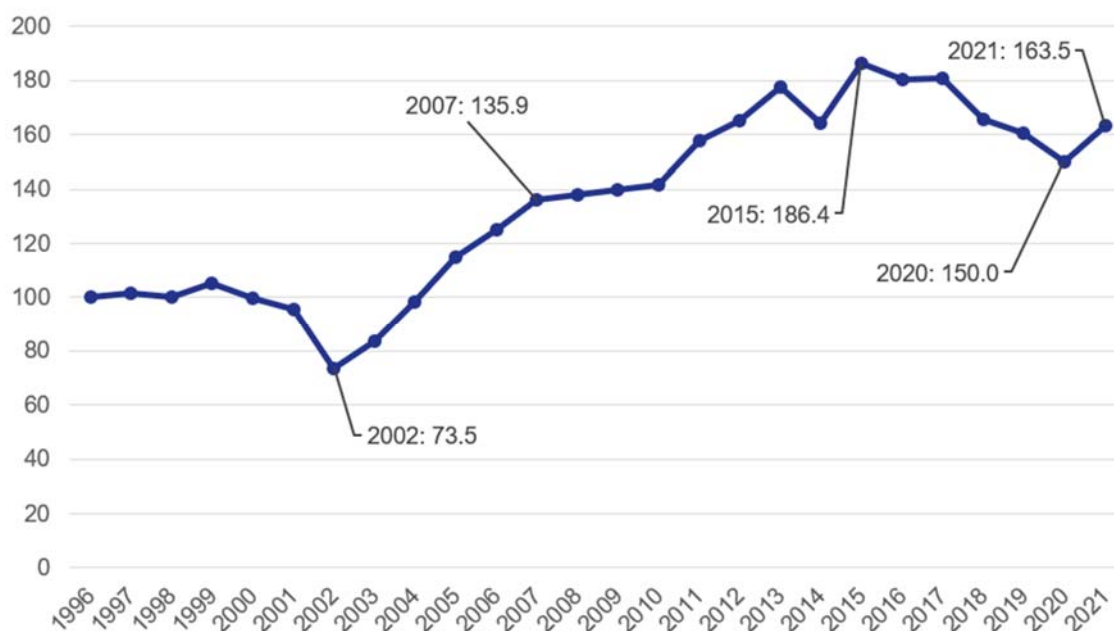
Desde 1996 hasta mediados del año 2000, el salario real minero bonaerense se mantuvo estable. Iniciada la crisis de la convertibilidad, tuvo un brusco deterioro. Llegó a perder el 30% del poder adquisitivo en sólo dos años y marcó el punto más bajo de toda la serie en el año 2002 (ver Gráfico 18).

A partir de fines de 2002 se inicia un proceso de recuperación fuerte del salario real hasta 2007, superando los valores de la década anterior desde el año 2005 y logrando una mejora del salario real del 85% en 5 años. Luego le sigue un proceso de relativo estancamiento hasta la segunda mitad de 2010 cuando se inicia un nuevo proceso de mejora del poder adquisitivo, aunque más leve que el anterior. Así, se alcanzó el máximo valor de toda la serie en 2015, cuando el salario real se ubicó un 86,4% por encima de los años estables de la convertibilidad.

Desde el segundo semestre del 2016 hasta el primer semestre del 2021 se observan tres ciclos distintos. Una primera mejora en el poder adquisitivo que llegó hasta el segundo semestre de 2017 pero que se revertiría luego producto de la crisis financiera, de deuda y de ingresos que se desencadenó en abril de 2018 y que se profundizó por el impacto de la pandemia por COVID-19 en la primera mitad de 2020. En el segundo semestre de 2020 ya se inicia un ciclo de recuperación que todavía persiste. A la fuerte contracción de la pandemia, le siguió una recuperación más temprana que la experimentada por otros sectores, aunque el poder adquisitivo durante 2021 se ubicó todavía un 9,3% por debajo de los valores de 2016.

⁹ Deflactar implica modificar los valores de una serie para eliminar los efectos de la variación de precios.

Gráfico 18. Salario Real Minero Bonaerense
Base: 1996 = 100



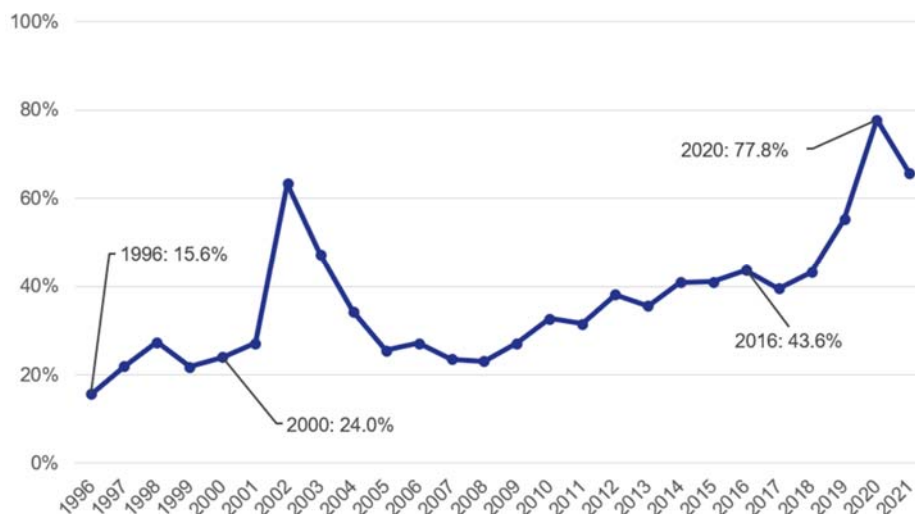
Fuente: Elaboración propia en base a MTEySS.

Al comparar el salario minero nacional respecto del salario minero bonaerense es importante tener en cuenta que en esta primera comparación se incluyen los salarios de la minería metalífera, que suelen ser superiores a los de la minería no metalífera.

Inicialmente, se observa una tendencia a incrementarse la brecha entre el salario minero bonaerense y el nacional. En 1996 comienza en una brecha del 15,6% que hacia fines de la convertibilidad se incrementó hasta el 24% a medida que iba desarrollándose la minería metalífera (ver Gráfico 19). En la crisis de la convertibilidad, los salarios mineros bonaerenses se vieron considerablemente más perjudicados que otras actividades mineras y la brecha se disparó por encima del 60%. Luego, paulatinamente se fue recuperando el salario minero bonaerense respecto del nacional y la brecha se ubicó cercana al 20%, comparable a la brecha previa a la crisis de la convertibilidad, aun cuando la minería metalífera continuó expandiéndose a gran ritmo.

Desde el 2008, el salario minero nacional comienza a incrementar nuevamente de forma sostenida la brecha respecto del salario bonaerense, superando incluso el 50%. Durante el 2020, en el contexto de la crisis provocada por la pandemia de COVID-19, la brecha se disparó nuevamente y el salario minero nacional se ubicó un 77,8% por encima del salario minero bonaerense. En 2021 la recuperación fue parcial por lo que el salario nacional fue un 63,5% superior al bonaerense.

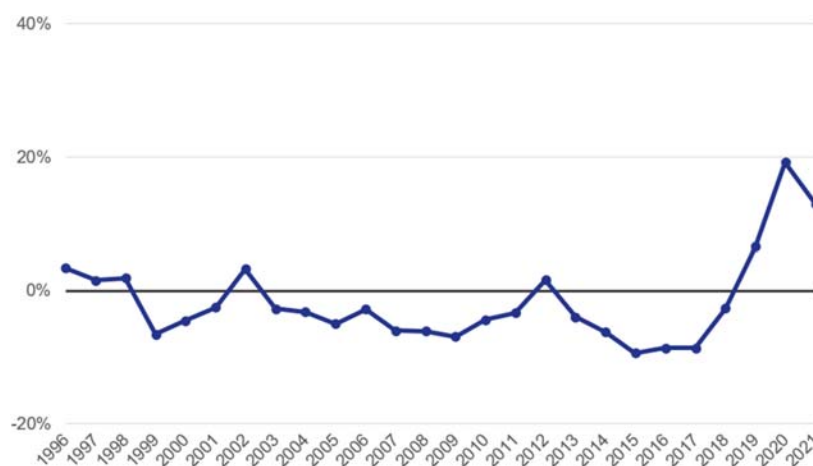
Gráfico 19. Brecha entre salario minero nacional y salario minero bonaerense.



Fuente: elaboración propia en base a datos del Ministerio de Trabajo.

Si se excluye la minería metálica del salario minero nacional¹⁰, esa brecha desaparece e incluso en gran parte del período se invierte. Es decir, el salario minero bonaerense es mayor que el salario minero nacional no metálico. Sin embargo, se observa que a partir de 2018 el salario minero nacional se diferenciá considerablemente del salario minero bonaerense al punto que lo superó por un 20%.

Gráfico 20. Brecha entre salario minero nacional sin minería metálica y salario minero bonaerense.



Fuente: elaboración propia en base a datos del Ministerio de Trabajo

¹⁰ Para esto lo que se hizo fue comparar las remuneraciones anuales para la división 14 para el total nacional y para la PBA (considerando GBA y el Resto de la PBA).

SECCIÓN 4: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SERIES DISPONIBLES

En la sección 3 se señaló que la elección de una serie que refleje con mayor exactitud posible la actividad económica de la minería de la provincia de Buenos Aires implica un análisis previo sobre la información que contiene cada una de ellas. En esta sección se profundizan estos aspectos para evaluar alternativas de mejora y homogeneización de los indicadores existentes.

Adicionalmente, se hace una evaluación de la capacidad predictiva de la PTM como indicador del sector con el fin de incorporar nuevos usos de la información disponible que puede ser relevante para la toma de decisiones en el sector y en otras actividades conexas, así como para un monitoreo más agregado de la situación económica general.

4.1 PTM +

En la sección anterior se presentaron las principales virtudes y limitaciones de la PTM como indicador del nivel de actividad de la minería bonaerense. Las debilidades del indicador merecen ser analizadas en detalle para encontrar oportunidades de mejora y al mismo tiempo dar un orden de magnitud de la utilidad de la PTM actualmente así como de las transformaciones que pueda llegar a tener.

Como se dijo, la PTM no incorpora la producción minera realizada por empresas industriales (cementeras y caleras, por ejemplo) que no despachan los minerales extraídos sino que los industrializan dentro del propio establecimiento. Por eso, es de esperar que la piedra caliza y la dolomía tengan una subrepresentación en este indicador respecto a lo que representa en la actividad minera. Otra causa de la subrepresentación es la subregistración, por tratarse de minerales que deberían estar siendo declarados en Guías de Transporte pero que actualmente no figuran en la medida que corresponde al volumen de su actividad por realizarse de manera informal, como es el caso de las arenas en buques.

En función de la situación descripta, una alternativa para mejorar el indicador puede ser complementarlo, agregando una aproximación de la cantidad de minerales que ingresan en el proceso industrial sin salir de la planta.

Figura 8. Destinos productivos y formularios de captación de cales y áridos



Nota: F.C.: Factor Caliza
Fuente: SSM

En el caso de la piedra caliza, su industrialización se da a partir del ingreso en la producción de cemento, cal y premezclas (Ver Figura 8). En estos procesos productivos, la producción minera no es captada en la PTM en los casos en que el mismo productor que extrae el mineral es el que lo procesa. Si bien en todos los casos se cuenta con las Declaraciones Juradas de los productores (DDJJ), estas son anuales e impiden tener un indicador con frecuencia mensual como la PTM en base a este registro. Sin embargo, la cantidad de mineral destinada a la producción de cemento puede aproximarse a partir de un coeficiente técnico (FC, Factor Caliza) que expresa la cantidad de piedra caliza por tonelada de cemento producido.

Tabla 5. Factores de conversión piedra caliza – clinker - cemento

CALIZA EN ESTADO DE ROCA	CANTIDAD DE CLINKER RESULTANTE DEL PROCESO DE TRITURACION Y CALCINACION DE LA PIEDRA CALIZA	CLINKER POR UNIDAD DE CEMENTO	FACTOR DE CONVERSION DE CALIZA
1,00	0,70	0,64	0,91

Fuente: SSM

Dada la relación técnica que hay entre la producción de cemento y clinker, por un lado, y la que existe entre la piedra caliza y el clinker por el otro, podemos inferir

cuánta piedra caliza se industrializa a partir de la producción de cemento. Es necesario saber que estamos aproximando el mineral industrializado, no el extraído. Los procesos de acopio de piedra caliza y de clinker (que pueden durar entre 1 y 2 años) pueden generar divergencias en la frecuencia mensual.

Para evaluar la consistencia de este cálculo, comparamos la diferencia entre la caliza extraída por las cementeras informada anualmente en las DDJJ y el cálculo a través del FC. Puede advertirse que la mayor cantidad de mineral extraído en 2017 (consistente con el “boom de la piedra” de ese año) se compensa con menor extracción en años siguientes. A futuro, se puede continuar con el cruce de estos datos para evaluar la consistencia del indicador, pero entendemos que se trata de una importante fuente para estimar actividad minera no registrada por el PTM.

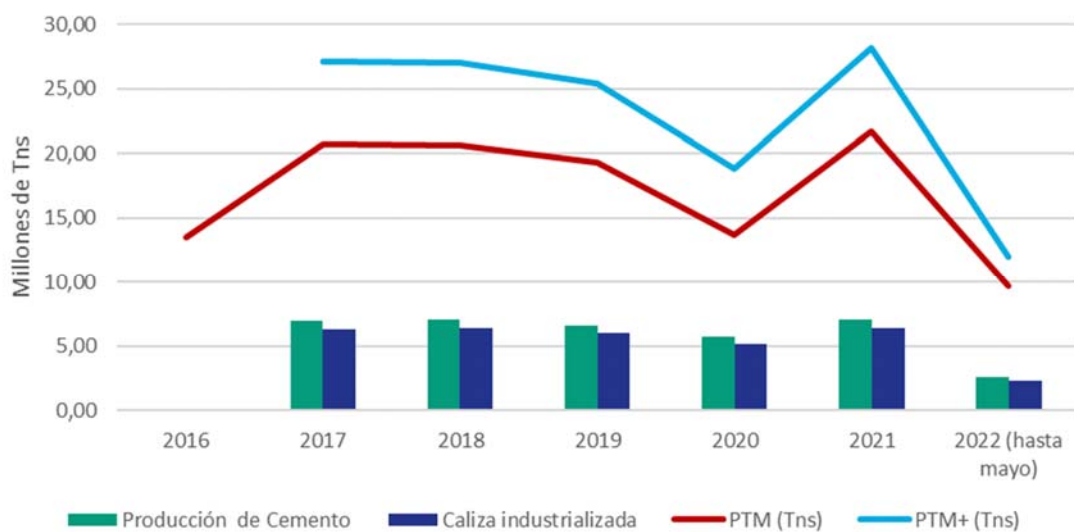
Tabla 6: Estimación de caliza industrializada a partir de la producción de cemento

	2017	2018	2019	2020	Acumulado
Producción de Cemento PBA (Fuente: DPE)	6.966.237	7.052.552	6.629.192	5.701.263	26.349.244
Caliza Industrializada según F.C.	6.339.276	6.417.822	6.032.565	5.188.149	23.977.812
Caliza extraída según DDJJ cementeras	9.230.193	4.588.852	4.087.210	3.235.668	21.141.923
Diferencia (stock)	2.890.917	-1.828.970	-1.945.355	-1.952.481	-2.835.889

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SSM y la DPE

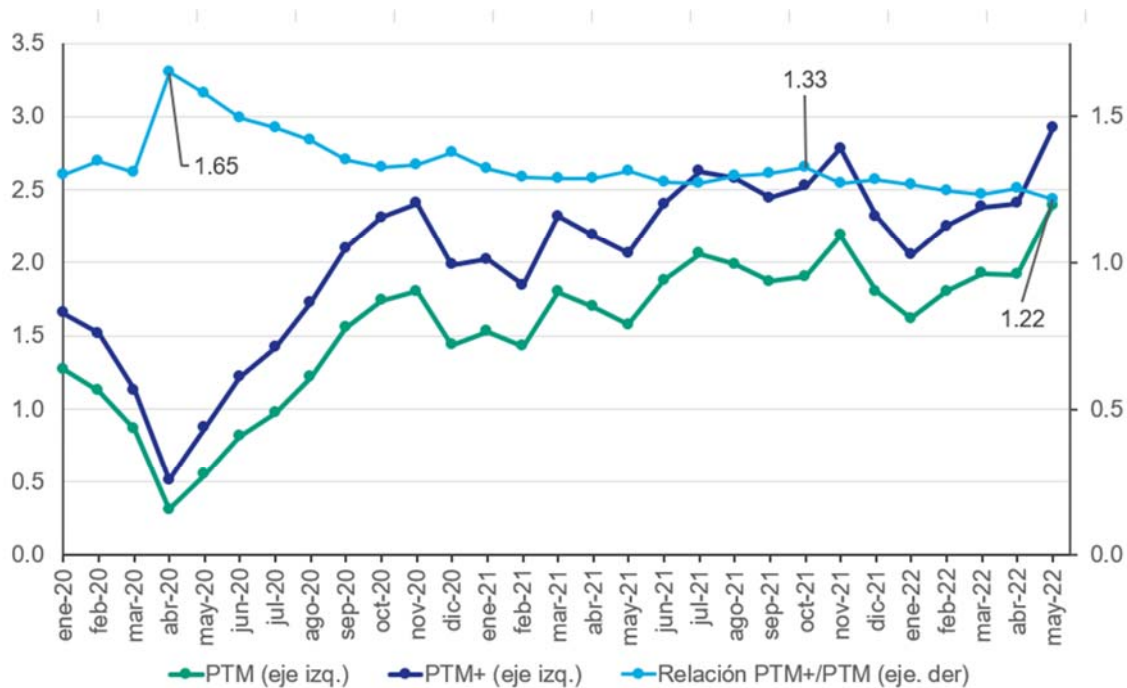
Con estos datos, podemos construir la serie de la PTM+ incluyendo la piedra caliza industrializada y compararla con la PTM y el PBG de minas y canteras a precios constantes como un proxy de una serie de volumen. Debido a que los años en que la información disponible coincide son pocos (2017-2020), las conclusiones acerca de la comparación de las series son acotadas.

Gráfico 21. PTM, PTM+, producción de cemento y caliza industrializada



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SSM y la DPE

Gráfico 22. Comparación mensual PTM y PTM+ en mill. de Tns.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SSM y la DPE

La relación entre la PTM original y la PTM+ es bastante constante (la caliza industrializada aumenta alrededor de un cuarto el volumen de minerales). Esta

relación aumenta fuertemente durante la pandemia, probablemente debido a que la extracción de menos minerales no impedía la industrialización de la piedra caliza.

En conclusión, podemos observar que la piedra caliza industrializada representa un volumen importante del PTM, por lo que tiene sentido incorporarla en el análisis. A su vez, el PTM es en general un buen indicador de las variaciones de la producción minera, amén de la diferencia en nivel si incluimos la industrialización realizada por las cementeras. Esto puede modificarse en eventos disruptivos como la pandemia, por lo que es importante no dejar de considerar el volumen industrializado.

Para cualquiera de las dos series (PTM o PTM+) un agregado de valor adicional significativo consistiría en valorizar ambas series. Este procedimiento requiere definir precios y cantidades. Por lo tanto, requeriría definir un conjunto de productos homogéneos¹¹ y luego establecer una metodología para definir su precio de mercado. La dificultad de esta tarea radica en la variabilidad que el precio de cada mineral tiene de acuerdo a su presentación o su concentración. Dado que sólo se conoce el mineral que es transportado, estas características no están disponibles actualmente en las Guías de Tránsito de Minerales para poder inferir el valor de los bienes transportados. En la medida que se puedan definir productos homogéneos, puede avanzarse en la tarea de asignarles precios de mercado a cada uno para valorizarlos. Esto también se puede ver dificultado si es una sólo empresa la que comercializa ese producto o si son productos muy diferenciados a pedido del cliente, como puede ser en el caso de las arcillas.

4.2 Relación entre las expectativas del ISAC y la PTM

El informe de *Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción*, realizado por el INDEC con frecuencia mensual, contiene una encuesta cualitativa de expectativas. A las empresas del sector se les pregunta: *¿Cómo cree que evolucionará la actividad del sector construcción durante el período...?*. La empresa debe responder para el conjunto de los tres meses posteriores si espera que la actividad mejore, empeore o se mantenga sin cambios.

Las expectativas de las empresas pueden servir para adelantar movimientos - incrementos o caídas - en la PTM. Se pueden definir distintos modelos posibles para vincular las respuestas con la evolución de la PTM. De forma general, se busca interpretar a los cambios en las expectativas del ISAC asociados a un posible cambio en la serie PTM. Por ejemplo, un determinado cambio en las expectativas puede servir para anticipar un crecimiento o caída en la PTM. El criterio con el que se evalúa cada

¹¹ Un producto homogéneo por definición son los commodities. Una tonelada de trigo tiene, en general, el mismo precio en el mercado global. En el otro extremo, los productos diferenciados - por ejemplo, los teléfonos celulares - tienen una mayor variabilidad según sus especificaciones técnicas.

modelo es el porcentaje de las observaciones que logra anticipar en el sentido correcto.

Si de un mes a otro las respuestas negativas tienden a ser menores, suponemos que esto repercute en la inversión favorablemente incentivando la actividad minera como proveedora de la industria de la construcción y por lo tanto incrementando la PTM. Por el contrario, cuando las respuestas negativas crecen de un mes al otro, se opera el proceso opuesto y deberíamos ver una caída en el índice PTM.

Una variante adicional surge al incorporar rezagos específicos en las respuestas de las expectativas. Dado que la respuesta de las expectativas se refiere al período de los tres meses siguientes a la pregunta, el efecto sobre la PTM se puede materializar en primer, segundo o tercer mes.

Ensayando distintos escenarios con diferentes rezagos, encontramos que en el caso de la obra privada las expectativas ajustan mejor cuando consideramos un retraso de 3 meses entre la mejora (o caída) de las expectativas y el movimiento de la producción minera, mientras que en la obra pública el rezago que mejora la predicción es de un mes.

Para la obra pública, las respuestas tienen un 69% de probabilidad de anticipar si la PTM evolucionará positiva o negativamente en base a las respuestas del mes anterior. En el caso de la obra privada las respuestas tardan tres meses en anticipar el sentido de la evolución de la PTM con una probabilidad del 67% de efectividad (ver Tabla 7).

Tabla 7: Capacidad de proyección de las expectativas del ISAC

MES	Indice PTM	Diferencia respuesta negativa mes actual vs mes anterior. Actividad privada (rezago 3 meses)	Diferencia respuesta negativa mes actual vs mes anterior. Actividad pública (sin rezago)	Misma dirección. Actividad privada: SI=1, NO=0	Misma dirección. Actividad pública: SI=1, NO=0
ene-20					
feb-20	↓ -11,54		↑ 10,80	0	0
mar-20	↓ -20,59		↑ 0,50	0	0
abr-20	↓ -43,38	↑ 10,50	↓ -5,50	0	1
may-20	↑ 18,97	↑ 4,40	↓ -22,10	1	0
jun-20	↑ 20,47	↓ -13,50	↑ 19,30	0	1
jul-20	↑ 12,60	↓ -46,90	↑ 7,40	0	1
ago-20	↑ 19,15	↑ 16,30	↑ 3,80	1	1
sep-20	↑ 26,55	↑ 13,60	↑ 6,40	1	1
oct-20	↑ 14,57	↑ 9,90	↑ 7,40	1	1
nov-20	↑ 5,15	↑ 9,80	↑ 4,50	1	1
dic-20	↓ -28,86	↑ 13,80	↑ 7,40	0	0
ene-21	↑ 7,08	↑ 7,60	↓ -0,70	1	0
feb-21	↓ -7,92	↓ -0,60	↑ 3,80	1	0
mar-21	↑ 29,37	↑ 3,70	↑ 4,80	1	1
abr-21	↓ -8,22	↑ 1,60	↑ 5,30	0	0
may-21	↓ -9,60	↓ -3,80	↓ -4,90	1	1
jun-21	↑ 24,14	↑ 7,60	↑ 1,80	1	1
jul-21	↑ 14,05	↓ -1,60	↑ 2,60	0	1
ago-21	↓ -5,65	↓ -1,60	↓ -0,20	1	1
sep-21	↓ -9,17	↓ -3,00	↓ -2,60	1	1
oct-21	↑ 2,63	↑ 2,50	↑ 8,00	1	1
nov-21	↑ 22,23	↑ 2,90	↑ 0,30	1	1
dic-21	↓ -30,23	↑ 4,30	↓ -2,40	0	1
ene-22	↓ -14,66	↓ -0,30	↑ 0,90	1	0
feb-22	↑ 14,60	↓ -2,40	↑ 2,60	0	1
mar-22	↓ -141,74	↓ -1,80	↓ -2,80	1	1
abr-22		↑ 4,90			
may-22		↓ -2,50			
		Efectividad		67%	69%

Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta cualitativa en el informe ISAC, INDEC.

En resumen, si las expectativas de las empresas constructoras de obra pública son positivas (negativas), el 69% de las veces la PTM se movió en el mismo sentido al mes siguiente. Esto indica una relación más estrecha entre las expectativas de la obra pública y la PTM. Esto puede deberse a dos motivos. Por un lado, puede estar asociado a una mayor dependencia de la PTM de la actividad del sector público. En segundo lugar, puede que se deba a que resulta más fácil poder anticipar la actividad del sector público y que en la actividad del sector privado haya mayor incertidumbre respecto de su evolución futura.

4.3 La PTM como predictor del ISAC

Las series económicas que tienen una mayor frecuencia y menos rezago en la publicación pueden servir como información relevante para adelantar el movimiento

en otras variables que son tomadas como una referencia para la toma de decisiones y para conocer el estado de la actividad económica. Por su reciente publicación, no hay antecedentes del análisis entre la correlación de la serie de la PTM y el ISAC. La importancia de poder contar con un modelo predictivo fiable del ISAC radica en que este indicador es una fuente de consulta habitual, no sólo por el sector de la construcción en particular sino por todos los actores que quieren tener una lectura de la situación económica general del país. Pero el ISAC, como muchas de las series macroeconómicas, es publicado con un rezago que impide tener un parámetro para el análisis de la coyuntura inmediata. Por ejemplo, a julio de 2022 están disponibles los datos al mes de mayo por lo que el rezago en la publicación es de dos meses. Con un modelo predictivo a partir de la PTM se dispone de una serie valiosa, no sólo para el sector en particular sino para la actividad económica en general.

Si bien consideramos que la relación económica causal va desde la actividad de la construcción (ISAC) a la actividad minera (PTM), es decir, que es una actividad principalmente tirada por la demanda, consideramos que es de utilidad hacer el análisis propuesto por la relevancia del ISAC como indicador de la actividad económica general.

En este apartado se adopta una metodología de análisis estadístico para series de tiempo basada en Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). La extensión de esta metodología, que se utiliza habitualmente en datos de corte transversal¹², requiere que se cumplan ciertos supuestos respecto del comportamiento de las series para asegurar la consistencia e insesgadez de los estimadores¹³.

Para el tratamiento de series de tiempo se procedió a realizar dos transformaciones sobre la serie original para que las series sean estacionarias, de acuerdo a los requisitos de la metodología para obtener estimadores insesgados y consistentes. En primer lugar, a cada serie original se le aplicó el logaritmo a fin de eliminar el comportamiento tendencial y en segundo lugar se diferencié la serie para obtener la diferencia entre el valor de la serie en el momento t y el valor de la serie en $t-1$ ¹⁴. Así, cada variable queda precedida por la nomenclatura “ d ” para indicar que se aplicaron estas transformaciones.

A continuación, se presentarán dos modelos típicos distintos. Los modelos difieren en función de la forma en la que se relacionan las variables explicativas con la variable explicada. Para todos los casos, siempre se incorpora la variable u que capta las

¹² Una serie de datos de corte transversal puede ser el muestreo de la edad de las personas que realizan una determinada actividad. Dado que cada muestra se la considera aleatoria, el promedio de esa muestra puede considerarse un estimador consistente e insesgado del promedio poblacional de todas las personas que realizan esa actividad.

¹³ Se los conoce como los supuestos de Gauss-Markov

¹⁴ A modo de ejemplo, si el valor de la serie original en el momento t es ptm_t , la serie logaritimizada resulta $lptm_t$ y su diferencia primera ($lptm_t - lptm_{t-1}$) es $dlptm_t$

perturbaciones o shocks en la variable explicada en ese momento del tiempo. Es decir, u representa la parte de que no es explicado por la(s) variable(s) explicativas propuestas. Además, se incluye una constante β_0 , la cual puede entenderse en términos gráficos como la ordenada al origen de la función, pero que no tiene significado económico. Estos modelos propuestos son: a) estático o contemporáneo y b) de rezagos distribuidos finitos (RDF)¹⁵.

4.3.1 Modelos con el PTM como variable explicativa

En todos los modelos, el índice PTM ($dlptm$) será la variable explicativa o variable independiente, mientras que se evaluará cómo reaccionan el resto de las variables significativas para el seguimiento de la actividad económica sectorial y agregada. Las variables que se buscará explicar son: IPI General ($dlipi_general$), IPI de Minería no Metalífera ($dl_ipi_min_no_met$), IPI de producción de cal ($dlipi_cal$), ISAC nivel general ($dllisac_general$), ISAC de cales ($dllisac_cales$), ISAC de cemento ($dllisac_cemento$), el indicador de producción de la AFCP ($dlafcp_prod$), el indicador de despacho de la AFCP ($dlafcp_despacho$), la producción de cemento de la Provincia de Buenos Aires ($dlpba_prod_cem$), el despacho de cemento de la Provincia de Buenos Aires ($dlpba_despacho_cem$) y a la actividad manufacturera industrial de la Provincia de Buenos Aires ($dllisim_general$).

La interpretación económica de los parámetros depende de las transformaciones matemáticas aplicadas sobre las series y la relación propuesta en cada modelo. Por ejemplo, si en la regresión se propone a $dllisac_general$ como variable explicada y $dlptm$ como variable explicativa, el parámetro asociado a $dlptm$ debe interpretarse como la variación porcentual en el ISAC que se da como consecuencia de una variación en el PTM. Dicho de otro modo, si el coeficiente es 0,8, debe interpretarse que una variación de 1% en el PTM explica una variación de 0,8% en el ISAC.

Un aspecto relevante de la interpretación es que busca captar el efecto parcial que cada variable explicativa tiene en la variable explicada. Es decir, que los parámetros se interpretan como el efecto que tiene una variación del PTM sobre el ISAC de forma aislada al movimiento del resto de las variables incluidas en el modelo, este en análisis se conoce en la economía como *ceteris paribus*.

El parámetro asociado a cada variable explicativa tiene un grado de significatividad estadística que está dado por el nivel de confianza. Se marca con tres asteriscos (***) los niveles de confianza superiores al 99%, con dos asteriscos (**) los niveles de confianza superiores al 95% y con un asterisco (*) los niveles de confianza superiores al 90%.

¹⁵ Ver en Wooldridge, J.M. *Introducción a la Econometría*, Cengage Learning, 2010. Cap. 10.

4.3.1.1 Modelo Estático

En modelo estático o contemporáneo se considera a todas las variables en un mismo momento del tiempo. En este caso, un cambio en z en un momento del tiempo t produce un cambio inmediato en y . Esta relación siempre puede tener una perturbación o shock que es captado por la variable u . La variable h es una variable de control para captar otros efectos en la variable explicada y . Expresado en términos formales:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + \beta_2 h_t + u_t \text{ con } t = 1, 2, \dots, n.$$

De esta manera, el modelo ME_ISAC_G es:

$$dIIAC_t = \beta_0 + \beta_1 dIPTM_t + \beta_2 dIEMAE_t + u_t$$

Los modelos propuestos incluirán $dIptm$ como variable explicativa y $dIEMAE$ como variable de control para aislar el efecto que tiene la actividad económica en general sobre las distintas variables que se busca explicar. En cada caso, se interpretará el parámetro asociado a $dIptm$ como el porcentaje de variación esperado en la variable explicada ante una variación de 1% en el PTM.

En primer lugar, cabe destacar que el PTM resulta una variable relevante para explicar la variación en el resto de los indicadores. Excepto para el modelo en el que se explica el componente de cales en el ISAC (ME_ISAC_CAL), en todos los otros modelos el parámetro estimado tiene un nivel de confianza superior al 99%.

El modelo ME_ISAC_G resulta el más relevante en términos estadísticos. Su bondad de ajuste es elevada (R^2 de 0.8848) y el PTM resulta significativo con un alto nivel de confianza, superior al 99%. En este modelo, una variación del PTM del 1% incide *ceteris paribus* en una variación de 0,73% en el ISAC. A los efectos de predecir el ISAC desde una variable sectorial anticipada, resulta relevante como forma de anticiparla, aunque, desde ya, también tiene una incidencia importante el EMAE, la actividad económica general introducida como variable de control.

Tabla 8. Modelos Estáticos con PTM como variable explicativa

Modelo	DLOG(ptm) _t	DLOG(EMAE) _t	r ²	r ² _a
ME_ISAC_G	0.7278***	0.9749**	0.8848	0.8748
ME_ISAC_CEM	0.3516***	0.5959	0.6875	0.6603
ME_ISAC_CAL	0.1723*	0.5478	0.3865	0.3332
ME_ISAC_H	1.4107***	0.6031	0.8867	0.8769
ME_AFCP_PROD	0.5606***	1.0010*	0.7376	0.7148
ME_PBA_PROD	0.4107***	0.4244	0.6606	0.631
ME_IPI_NO_MET	0.6841***	0.4818	0.8831	0.8729
ME_IPI_CAL	0.3068***	0.6648*	0.6655	0.6364

Nota: *** significativo al 99%; ** significativo al 95%; * significativo al 90%

El segundo modelo en relevancia económica es el ME_IPI_NO_MET. Esto tiene sentido en la medida que el PTM busca captar una parte relevante de la actividad minera no metálica de todo el país, aunque su incidencia en el indicador es menor. Una variación de 1% en el PTM impactará en un crecimiento del 0,68% del IPI minero no metálico manteniendo constante el resto de la actividad económica.

De todos los analizados, el modelo ME_ISAC_CAL es el de peores resultados. Tanto por la menor significatividad del PTM para explicar los cambios en la variable dependiente como por la bondad del ajuste del modelo (R² de 0.3865 y R² ajustado de 0.3332). Entendemos que esto puede estar relacionado a dos motivos. Por un lado, el PTM capta muy poco de la producción de cal ya que la mayoría de los minerales en que se utilizan para producirla se industrializan internamente sin transportarse, ya sea a partir de caliza o de dolomita. En segundo lugar, puede deberse a que el componente cales del ISAC tenga una influencia significativa de otras zonas productoras de cal como los yacimientos en la provincia de San Juan que puede competir con la producción bonaerense debido a su alta concentración de carbonato de calcio.

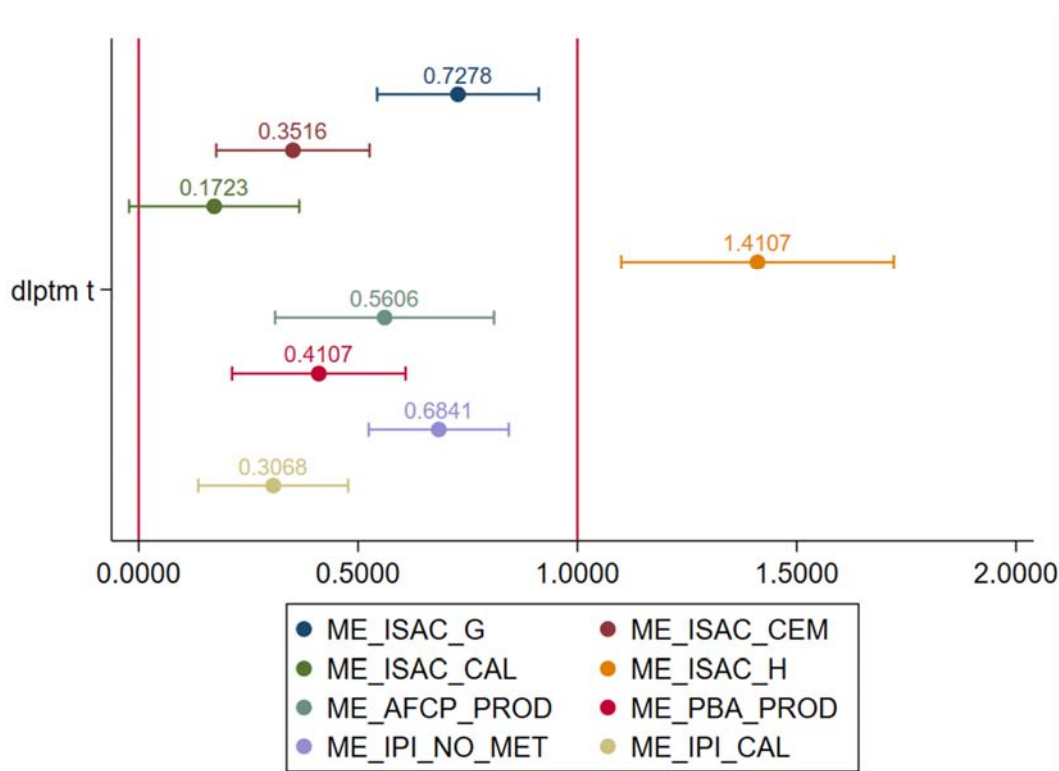
En el caso del hormigón, el modelo ME_ISAC_H arroja un valor llamativo en términos económicos ya que el impacto sobre la actividad del hormigón sería mayor a la unidad.

En teoría, lo lógico es que el parámetro se encuentre entre 0 y 1 por el hecho de que parte de la actividad captada en el PTM puede estar asociada sólo parcialmente con una actividad puntual. Sin embargo, en este caso, una variación del PTM del 1% implicaría una variación del indicador de hormigón reportado en el ISAC del 1,5%. Por lo tanto, se desestima la significatividad económica en la asociación de estas series.

En relación con el resto de los modelos asociados a la producción de cemento, su poder explicativo (R^2) así como los parámetros asociados lucen menos relevantes económicamente. Como se analizó inicialmente, al sólo captarse la producción transportada y no la explotación minera que es industrializada intrafirma, los volúmenes de producción minera para su industrialización en la industria del cemento no están reflejados en el PTM.

En el Gráfico 23 se puede observar cada valor estimado para el intervalo de confianza al 95%. Este intervalo de confianza se construye a partir del error estándar de cada estimador. Debe interpretarse como el rango en el cual se encuentra el verdadero parámetro que se busca estimar por medio del método estadístico con una confianza del 95%. En este caso, el modelo ME_ISAC_CAL pierde todavía mayor relevancia dado que el parámetro estimado no puede asegurarse que tenga signo positivo con una confianza del 95% (el intervalo llega hasta valores inferiores a cero).

Gráfico 23. Intervalo de confianza del parámetro β_1 en los modelos estáticos



Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2 Modelo de Rezagos Distribuidos Finitos (RDF)

En este tipo de modelos, una o más variables pueden incorporarse en el modelo de forma rezagada. Si lo comparamos con los modelos estáticos en los que aparecían todas las variables en un mismo momento del tiempo t , ahora podemos ver el estado de las variables explicativas en $t-1$. Expresado en términos formales:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + \beta_2 z_{t-1} + \beta_3 h_t + \beta_4 y_{t-1} + u_t \text{ con } t = 1, 2, \dots, n.$$

De esta manera, el modelo RDF_ISAC_G es:

$$dIISAC_t = \beta_0 + \beta_1 dIPTM_t + \beta_2 dIPTM_{t-1} + \beta_3 dIEMAE_t + \beta_4 dIISAC_{t-1} + u_t$$

A la sumatoria de los parámetros $\beta_1 + \beta_2$ se los conoce como la propensión de largo plazo (PLP) que tiene la variable explicativa sobre la variable explicada. La interpretación económica del parámetro asociado a las variables rezagadas es el efecto que tiene la variación de un 1% en el PTM en la variable que se busca explicar – en este caso, el ISAC nivel general – pero al mes siguiente de haberse producido el cambio en el PTM. Cabe recordar que la periodicidad de todas las variables seleccionadas es mensual.

Para definir los modelos de forma homogénea y comparable, a los modelos estáticos previos se les agregó en todos los casos la variable rezagada del PTM ($dIptm_{t-1}$) y la propia variable explicada correspondiente a cada modelo también rezagada un período, de forma de captar la inercia o el componente autorregresivo de la serie.

Tabla 9. Modelos RDF con PTM como variable explicativa

Modelo	$dIptm_t$	$dIptm_{t-1}$	PLP	$dIEMAE_t$	Componente Autorregresivo	r2	r2_a
RDF_ISAC_G	0.7246** *	- 0.3753**	0.3493	0.8377*	0.2928	0.9126	0.895 1
RDF_ISAC_CEM	0.3277** *	-0.1859	0.1418	0.3988	0.2578	0.7138	0.656 6
RDF_ISAC_CAL	0.1810*	- 0.1951**	-0.0141	0.2843	0.2121	0.5176	0.421 1
RDF_ISAC_H	1.3930** *	0.114	1.507	0.7499	-0.0339	0.8925	0.871

RDF_AFCP_PR OD	0.7061** *	-0.0821	0.624	0.3701	-0.2456	0.8272	0.792 7
RDF_PBA_PRO D	0.4684** *	-0.0026	0.4658	0.2593	-0.1213	0.6816	0.617 9
RDF_IPI_NO_ME T	0.6673** *	-0.1017	0.5656	0.5902	0.1483	0.8991	0.878 9

Nota: *** significativo al 99%; ** significativo al 95%; * significativo al 90%

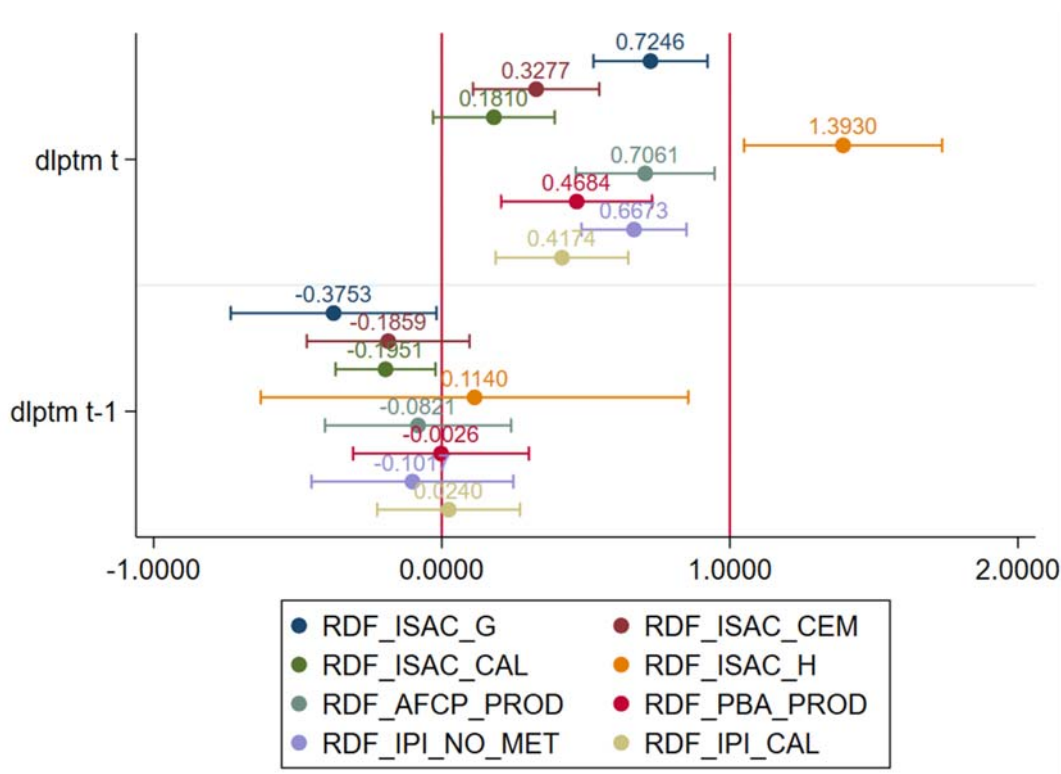
Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, la significatividad estadística de $dlptm$ se mantiene sin cambios para cada una de las variables analizadas, siendo menor para el indicador de cal del ISAC. Al incorporar nuevas variables de control, la incidencia que tiene $dlptm$ sobre cada variable se ve reducida, como es de esperar. En segunda instancia, la bondad del ajuste (R^2) de la mayoría de los modelos se ve incrementada notoriamente, mejorando el poder explicativo de todos los modelos.

Sin embargo, la interpretación económica de la variable $dlptm_{t-1}$ rezagada es un tanto contraintuitiva y conflictiva desde el sentido esperable dado que en la mayoría de los modelos tiene un signo negativo, excepto en el nuevamente atípico RDF_ISAC_H. El hecho de que esta variable tenga signo negativo significaría que una variación positiva del PTM en un período, tiene un impacto negativo en el ISAC al período siguiente. Lo esperable sería que el coeficiente β_2 sea menor que el β_1 pero aún positivo, de manera tal que el efecto de un incremento del PTM en el período t tenga un efecto menor al mes siguiente. O en todo caso, si el efecto causal tiene efectivamente un rezago de un mes, podría ser incluso mayor pero siempre positivo.

Al analizar la PLP, en el modelo RDF_ISAC_G el PTM tiene un efecto de largo plazo mucho menor (0.3439). El modelo que se vuelve más relevante en el largo plazo es RDF_IPI_NO_MET dado que el efecto de largo plazo sobre esta variable es de 0.5902. Sin embargo, cabe señalar que el error estándar asociado es grande por lo cual el intervalo de confianza es amplio.

Gráfico 24. Intervalo de confianza para los parámetros de los modelos RDF



Fuente: Elaboración propia

A los fines de verificar la inclusión de más variables rezagadas del PTM, se realizó la estimación de un modelo incluyendo también $dlptm_{t-2}$ pero sólo para el modelo RDF_ISAC_G. El modelo arrojó la siguiente salida, que se muestra sólo a los efectos de observar que las conclusiones respecto de la PLP se mantienen muy similares al modelo que tiene un solo rezago. La diferencia radica en que el efecto más rezagado, captado inicialmente sólo por $dlptm_{t-1}$ con un parámetro de -0.3753, en este modelo se reparte entre $dlptm_{t-1}$ con un parámetro de -0.3348 y $dlptm_{t-2}$ con un parámetro de -0.0639.

Imagen 7. Salida de STATA para modelos de rezagos distribuidos finitos

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	24
Model	1.51229788	5	.302459577	F(5, 18)	=	43.24
Residual	.125900142	18	.006994452	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9231
				Adj R-squared	=	0.9018
Total	1.63819803	23	.071226001	Root MSE	=	.08363

dlsac_general	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
dlptm	.6999534	.0966617	7.24	0.000	.4968747 .903032
dlptm_1	-.3348123	.1943816	-1.72	0.102	-.7431928 .0735683
dlptm_2	-.0639272	.071821	-0.89	0.385	-.2148176 .0869633
dIEMAE	.8420732	.4420754	1.90	0.073	-.0866929 1.770839
dlsac_general_1	.2378632	.2226199	1.07	0.299	-.2298439 .7055704
_cons	.004662	.0173339	0.27	0.791	-.0317552 .0410792

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.3 Comparación

Los modelos estáticos desarrollados en la sección 4.3.1.1 resultaron más sencillos y con mejor poder explicativo que los modelos planteados en la sección 4.3.1.2 que contienen una visión de largo plazo entre las variables. Esto puede deberse a la corta historia con la que se cuenta, dado que la serie de PTM mensual se inicia en enero de 2020. A su vez, dentro del amplio conjunto de variables analizadas, la que mejor comportamiento tiene respecto del PTM es el ISAC nivel general.

Como resultado, tenemos un modelo econométrico que nos permite establecer una relación de corto plazo entre las variables de modo significativo y es:

$$dIISAC_t = \beta_0 + 0.728 dIPTM_t + 0.975 dIEMAE_t + u_t$$

4.4 Conclusiones estadísticas

A partir de las series analizadas, es factible tomarlas como insumos relevantes para la toma de decisiones, tanto en el sector público como en el privado, en dos sentidos. Por un lado, utilizando las expectativas del ISAC se puede adelantar el sentido de la variación en la PTM. Por otro lado, a partir de los datos de la PTM se puede explicar la variación que tuvo el ISAC en el mismo período, pero que tiene mayor demora en ser publicada.

En el primer caso, la correspondencia entre la variación de la PTM y las expectativas de las empresas permitió anticipar si la PTM se incrementaría o se contraería en el 69% de las observaciones.

En el segundo caso, podemos estimar que el ISAC variará un 0,73% en un período determinado por cada 1% que varíe la PTM en ese mismo mes. De esa manera, con sólo tener los datos de la PTM podemos tener una estimación anticipada del ISAC que constituye uno de los principales indicadores de actividad de la macroeconomía.

SECCIÓN 5: SUBSECTORES DE LA MINERÍA BONAERENSE

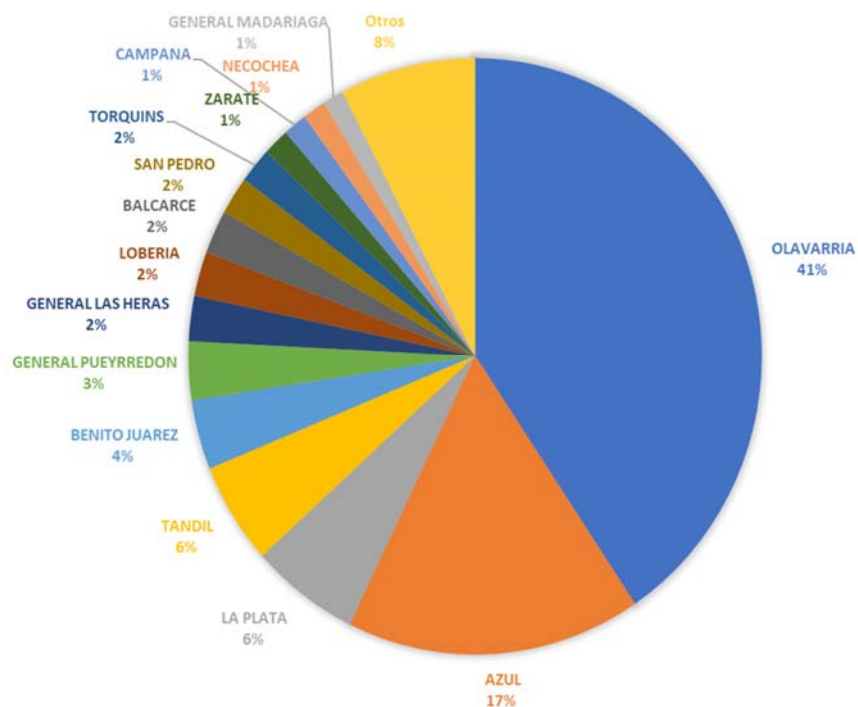
En esta sección hacemos un análisis sectorial particular de dos casos relevantes para el conjunto de la minería bonaerense. Por un lado, se detallan las características del ecosistema minero en la localidad de Olavarría. Allí se radican las principales industrias cementeras de la Provincia de Buenos Aires, donde desarrollan sus procesos mineros (extracción de piedra caliza, granito, arcillas) e industriales (fabricación de clinker, cal y cemento). Por la historia de la localidad, la concentración de empresas, la disponibilidad de trabajadores calificados, la acumulación de capacidades productivas, existe un verdadero “ecosistema” minero-cementero. Luego, se analiza el caso particular de las arenas que se desarrolla en condiciones muy distintas. Incluso, al interior de este grupo nos encontramos con una heterogeneidad importante

5.1. Ecosistema minero-cementero en Olavarría

El municipio de Olavarría concentra gran parte de la actividad minera no metalífera de la Provincia de Buenos Aires. Aquí se originó el 41% de los minerales transportados en 2021 a partir de grandes concentraciones de granito, de piedra caliza, dolomía, arcillas, tosca y piedra partida. Contiene a las dos cementeras de la provincia de Buenos Aires (Loma Negra y Cementos Avellaneda), empresas que realizan su propia actividad minera y además demandan minerales de otros yacimientos.

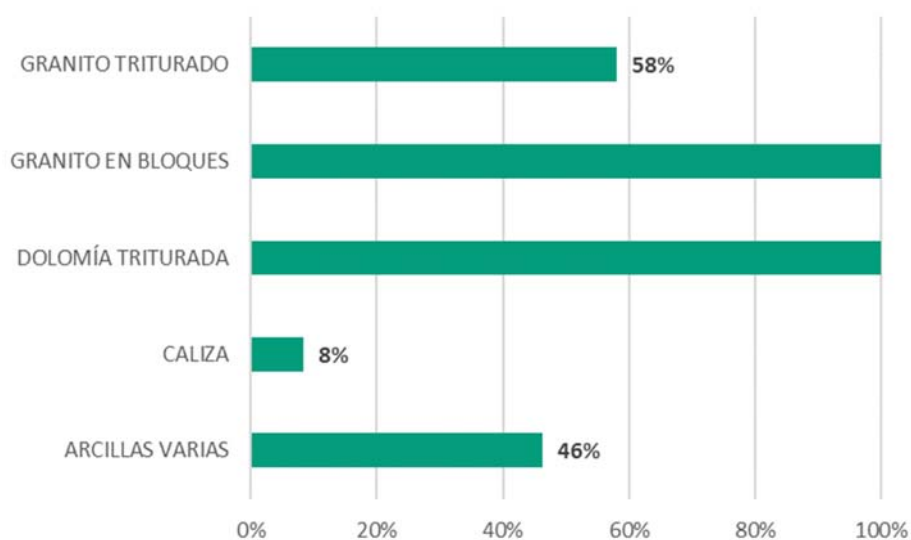
El centro de la actividad minera en Olavarría son los minerales industriales y las rocas de aplicación, es decir los recursos minerales destinados principalmente a la construcción. Dentro de estos, tiene preeminencia la actividad en torno a las grandes cementeras, que además de extraer minerales, demandan a otras canteras de áridos y arcillas.

Gráfico 25. Distribución de la PTM por distrito (2021)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SSM

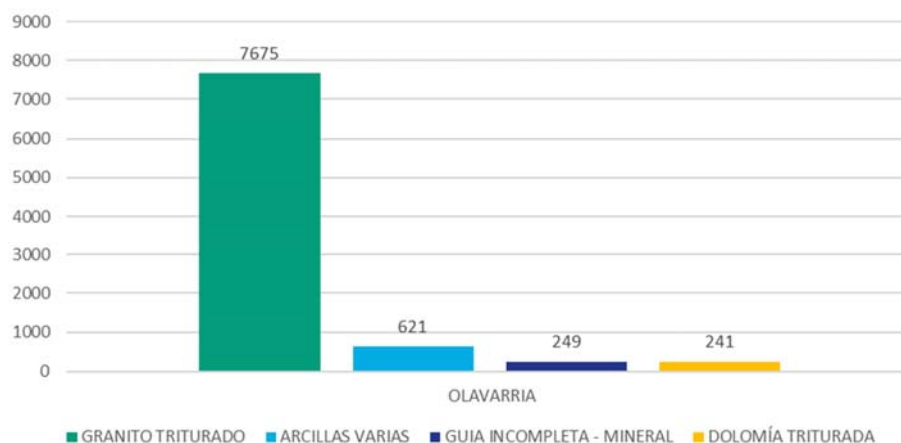
Gráfico 26. Participación de Olavarría sobre el PTM provincial en minerales seleccionados (2021)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SSM

Nota: Para el 2021 el total de granito en bloque y de dolomía triturada de la PTM proviene de Olavarría

Gráfico 27. Principales categorías de la PTM de Olavarría (2021) en miles de toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SSM

5.1.1 Entramado minero - cementero de Olavarría

La industria calera y cementera se localiza donde se encuentra el yacimiento mineral para reducir los costos de transporte y logística. La cadena de valor del cemento está compuesta por tres eslabones principales:

- i) Producción primaria: que abarca la explotación, trituración, clasificación y expedición de la piedra caliza.
- ii) Producción industrial: parte del proceso en el que tiene lugar la calcinación. Una vez ingresada a la molienda, se procede a la homogeneización y clinkerización para obtener la materia prima del cemento, el clinker. Nuevamente se ingresa a molienda y se le incorporan aditivos, entre ellos arcillas que puedan aportar alguna cualidad a la mezcla como mayor resistencia o mayor plasticidad, para formar el cemento. Aquí es cuando se produce una transformación química de la piedra.
- iii) Distribución y comercialización del cemento tanto mayorista como minorista.

El sector es altamente heterogéneo con dos grandes empresas cementeras, y luego algunas decenas de empresas medianas y pequeñas, que se dedican específicamente a la producción de cal, de arcilla y de áridos. La heterogeneidad puede observarse respecto al personal empleado, a la intensidad de capital de los procesos productivos, a la actualización tecnológica de los procesos productivos y al nivel de previsión de la demanda. Estas empresas PyMEs podemos dividir las entre aquellas que son complementarias a las grandes cementeras y las que son competidoras.

Esta subdivisión la proponemos para entender las diferentes dinámicas en empresas mineras similares en tamaño pero que, por su integración en la cadena de valor, tienen un comportamiento distinto en el mercado. Mientras que las productoras de arcillas mayormente proveen a las grandes cementeras de insumos para la fabricación de cemento y hormigón, las empresas de áridos también suelen ser complementarias aunque, en casos puntuales, pueden ser también competidoras. Incluso, a medida que las grandes empresas se van diversificando y expandiendo horizontalmente, incorporaron cada vez en mayor medida los áridos a su cadena de producción y han expandido fuertemente el segmento de hormigón armado durante los últimos años. Por su parte, las caleras no se encuentran vinculadas a ellas sino a través de la competencia en el mercado de la cal.

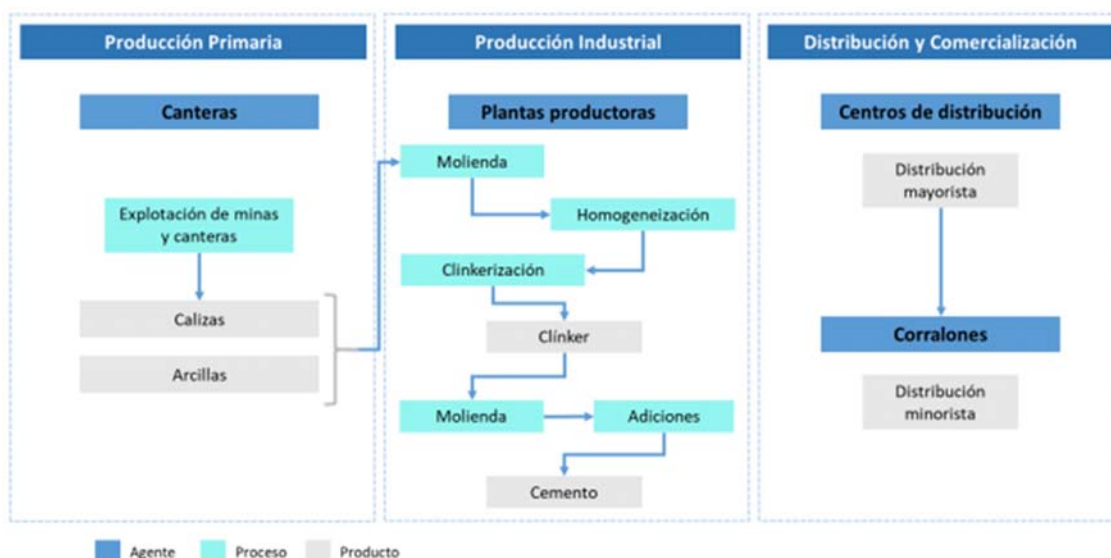
Tabla 10. Relaciones de mercado entre grandes cementeras y PyMEs mineras

PyMEs	Grandes Cementeras
Canteras Áridos	Complementarias
Arcillas	Complementarias
Caleras	Competidoras

Fuente: elaboración propia en base a entrevistas

Actualmente, la industria a nivel global está tendiendo a reducir la proporción de clinker en el cemento, debido al alto consumo energético que implica su obtención y la consecuente emisión de gases de efecto invernadero (GEI), puntualmente las que se producen en el proceso de descarbonatación. Además, la construcción evoluciona hacia utilizar cada vez menos cal para las estructuras. Sumado al agotamiento de ciertos yacimientos de piedra caliza, los mayores costos de transporte y la energía para la calcinación marcan importantes desafíos para la industria minera.

Figura 9. Proceso productivo del cemento



Fuente: Comisión Nacional de Defensa de la Competencia

Tabla 11. Posiciones de las empresas en la cadena minera-cementera de Olavarría/Sierras Bayas

Empresas \ Recursos	Piedra Caliza	Áridos	Arcillas
Grandes Cementeras	Sí	Sí	Sí
PyMEs Caleras	Sí	No	No
Canteras Áridos	No	Sí	No
Minas de Arcilla	No	No	Sí
Empresas \ Productos Industriales	Cal	Cemento	Hormigón
Grandes Cementeras	Sí	Sí	Sí
PyMEs Caleras	Sí	No	No
Canteras Áridos	No	No	No
Minas de Arcilla	No	No	No

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas

Como se observa, las cementeras ocupan un rol central en el entramado. Tienen canteras de áridos, de calizas y de arcillas, producen cal, cemento y hormigón para fines de la construcción e industriales como el caso de premoldeados. Se proveen también de áridos y arcillas provenientes de otras empresas de la zona que no se dedican a la elaboración de cal ni de cemento.

Si bien se privilegió un enfoque basado en la posición que cada empresa ocupa en el ecosistema minero de Olavarría, también existen patrones de conducta que se asocian directamente al tamaño de la empresa. En concreto, identificamos que los elementos que son considerados por las personas encargadas de planificar la producción son sensiblemente distintos de acuerdo al tamaño de la firma en términos de cantidad de puestos de trabajo. En las empresas más pequeñas, como en el caso

de las arcillas, se trabaja directamente por proyecto y con clientes específicos para cada mina de arcilla. Por lo tanto, a partir de órdenes de compra directamente se planifica la explotación de una mina determinada de forma relativamente espontánea, respondiendo a la demanda. En empresas con mayor diversificación de clientes y volumen de producción, como en el caso de los áridos, se hacen relevamientos trimestrales donde se le pide a los clientes que estimen la demanda para los tres meses subsiguientes. Por último, las empresas cementeras operan con proyecciones de producción anuales, semestrales y trimestrales. Utilizan, además de las previsiones de compra de sus clientes, proyecciones macroeconómicas, pronósticos y ejecución de obra pública y privada e información de mercado

5.1.2 Industria cementera y vínculo con PyMEs

Según un reciente fallo de la Comisión Nacional de Defensa de la Competencia¹⁶, la industria de producción del cemento es una industria con alto grado de concentración. Esto está favorecido por los siguientes hechos citados en el informe:

- a. **Alta concentración:** en Argentina existen solo cuatro empresas, el intercambio comercial argentino de cemento es marginal y las importaciones son prácticamente nulas.
- b. **Homogeneidad de producto:** el cemento es un bien que puede considerarse homogéneo y altamente estandarizado, con una demanda atomizada e inelástica sin sustitutos cercanos. Además, todas las firmas productoras tienen la misma tecnología de producción.
- c. **Integración vertical:** todas las firmas se encuentran integradas verticalmente, lo cual facilita la coordinación entre las firmas.
- d. **Existencia de una cámara activa:** la Asociación de Fabricantes de Cemento Portland (AFCP) nuclea a las cuatro firmas productoras y ha sido utilizada en el pasado como un vehículo de transmisión de información sensible y coordinación entre las firmas.

El informe plantea que la industria tiene un alto grado de concentración¹⁷, que las empresas trabajan con un grado de capacidad ociosa de alrededor del 25% (lo cual

¹⁶ Ver <https://www.argentina.gob.ar/noticias/investigacion-de-mercado-sobre-la-industria-del-cemento-portland-en-argentina>

¹⁷ “La industria cementera presenta un alto grado de concentración. El Índice Herfindahl-Hirschman (HHI), indicador de concentración de mercado, calculado en base a la participación de mercado de cada una de las cuatro empresas del país, en toneladas vendidas de cemento, es igual a 3390.” Arriba

les permite responder a expansiones del mercado y desalentar el ingreso de nuevos competidores), y altas barreras a la entrada por los niveles de inversión necesarios. Mientras que las grandes cementeras tienen grandes cantidades de mineral en reserva, esto es una fuente de preocupación para las caleras PyMEs por la falta de reservas de minerales.

A su vez, las grandes empresas contarían con una ventaja por la calidad mineral de la materia prima que en términos económicos se traduce en una renta diferencial¹⁸. El informe de la CNDC concluye que las cementeras pueden vender sus productos por encima de los costos razonables, implicando un sobre costo anual - estimado entre julio 2017 y junio 2018 - de 178 millones de dólares, 40 millones de los cuales corresponden a la provincia de Buenos Aires. El sector de la construcción - y como parte de este la obra pública - son los pagadores de este sobre costo.

En función de esta caracterización, se desprenden distintas problemáticas. Desde la dirección de las empresas caleras se plantea que a mediano plazo la competencia con las grandes cementeras las llevarán a la desaparición por diferentes vías:

i. Concentración de yacimientos en cementeras: los yacimientos de los que son propietarias las grandes cementeras permiten proyectar la producción en el tiempo, mientras que desde las PyMEs caleras manifiestan que tienen reservas para menos de una década. Recientemente, la Provincia de Buenos Aires a través de la Subsecretaría de Minería concretó la cesión de canteras fiscales que eran reclamadas por el sector en la zona de Sierras Bayas - Olavarría, en respuesta a sus demandas. Sin embargo, con las exploraciones hechas hasta el momento, las empresas entienden que ese yacimiento no permitiría extraer piedra en cantidad y calidad a costos razonables como tenían previsto.

ii. Eficiencia energética: La producción de cal suele hacerse en hornos verticales, tanto en las grandes empresas como en las PyMES. Sin embargo, la calcinación de la dolomita tiene un mayor requerimiento energético que la calcita para la obtención del producto. Esto se ve agravado por las dificultades para el acceso a carbón mineral, especialmente por motivos logísticos. El traslado del carbón por camión desde Mendoza tiene un mayor costo comparado al tren que utilizan las grandes empresas, por su volumen y su relación comercial con las empresas productoras de combustibles. Según empresas del sector, actualmente la energía representa

de 2500 puntos se considera de alta concentración. El índice va entre 0 (competencia perfecta) y 10.000 puntos, que es un mercado monopolístico.

¹⁸ La renta diferencial es un concepto desarrollado por el economista David Ricardo que muestra la renta que surge del aprovechamiento de recursos naturales en condiciones más ventajosas por cualidades ajenas al proceso productivo gracias a las cuales se puede obtener un mayor volumen o calidad de producto – en este caso, cal.

aproximadamente el 50% de su costo cuando históricamente se ubicaba en torno al 15-20%.

iii. Diferencia en costos logísticos: además del diferencial natural por escala, una de las empresas cementeras es concesionaria del ferrocarril Ferrosur que puede ser utilizado como transporte de carga para los productos mineros y de insumos para la construcción. Tanto en la colocación de los productos como en la adquisición de los insumos (combustible) el costo logístico es determinante. En este sentido, el vencimiento de la concesión actual en el año 2023 es vista con atención por diversos actores del sector para modificar las condiciones de participación en el mercado actual.

iv. Política comercial agresiva en distribuidores: La política de competencia de las cementeras es muy agresiva para garantizarse exclusividad en puntos de ventas minoristas. A los corralones, si le proveen productos en los que no tienen competencia (cemento), los obligan a la exclusividad con otros productos como la cal. Esto puede tomar la forma de un “subsidio cruzado”, resignando la ganancia en el producto de cal para obtenerla con otros productos en los que tienen poder de mercado.

v. Competencia con cal de San Juan: La provisión de cal de muy alta calidad para la industria del litio en el NOA Argentino deja un remanente que es comercializado a bajo precio por caleras sanjuaninas en el mercado de la construcción.

La dirección de las PyMEs caleras planteó en las entrevistas realizadas que ellas funcionan como contrapeso para el fijamiento del precio de insumos de construcción, debido a que, si no existieran, la cartelización sería casi total. Teniendo en consideración el informe de la CNDC, este punto puede ser atendible en relación al precio de la cal.

5.1.3 Desarrollo de nuevos mercados en cal y granito

El desarrollo de nuevos productos y mercados ha funcionado principalmente como una forma de adaptación de un conjunto de PyMEs del sector calero frente a un doble fenómeno en el mercado de la construcción y a las propias condiciones de desarrollo de la actividad, que fue tradicionalmente el principal sostén del sector. Por un lado, se enfrentaron al declino de la demanda como consecuencia del cambio en las pautas constructivas que implicó una sustitución de la cal por otros componentes o aditivos en los morteros. En segundo lugar, la competencia con las grandes empresas cementeras significó una merma en su participación en el mercado. Por último, el agotamiento de los yacimientos que operaron históricamente no fue revertido con una mayor inversión o tecnología por lo que se continuó operando en condiciones similares en depósitos con mayor costo para la obtención del mismo producto.

En este contexto, en ciertos casos pudieron complementar su estrategia comercial en torno a dos mercados principales: nutrición animal y agrominerales. En el primer caso, existe un producto en desarrollo para compensar la mayor acidez en el ganado vacuno que genera el engorde a corral (feedlots) y la alimentación basada en cereales. Este estudio consiste en monitorear de forma periódica la evolución del pH en los animales a medida que avanza el proceso de engorde con el fin de calibrar la concentración y dosis a suministrar. Dado que este producto actualmente no se fabrica en Argentina y se importa de Brasil, es además una oportunidad para sustituir importaciones.

Por otro lado, las caleras también fabrican correctores de pH para suelos. Actualmente proveen a las plantaciones de cítricos en la mesopotamia y norte del país. Si bien estos mercados no representan actualmente una salida para la mayoría de su producción, las empresas no contaban con los estudios existentes sobre su viabilidad o potencialidad.

En el caso de las PyMEs complementarias con la industria del cemento, como las canteras de granito y arcillas, no se advierte un impulso hacia el desarrollo de nuevos mercados para el mineral. En el caso de las arcillas, además de ser destinadas a la construcción (cerámicos, ladrillos) según sus componentes minerales pueden destinarse para industria farmacéutica y cosmética, como también química. Entendemos que la complementariedad con las grandes cementeras genera que no busquen mercados alternativos, pudiendo todavía contar con la demanda de los clientes tradicionales. Sin embargo, marcamos que existe una potencialidad en la diversificación productiva no explorada.

En definitiva, no se trata de procesos de reconversión profundos sino de aprovechar las capacidades existentes para ser complementadas con otros conocimientos y aplicaciones.

En el desarrollo de innovaciones de procesos y nuevos productos, resulta vital el vínculo del sector productivo con el sistema científico-tecnológico. En esta materia se advierte una gran oportunidad de mejora dado que el vínculo de las empresas con los institutos de formación está principalmente orientado a la capacitación de la fuerza de trabajo en las tareas de operación y no al desarrollo de nuevos mercados, aplicaciones o procesos. Excepto las grandes empresas que pueden contar con laboratorios propios o tienen la capacidad financiera para hacer convenios con la investigación básica, el resto de los actores se encuentra al margen de esta dinámica.

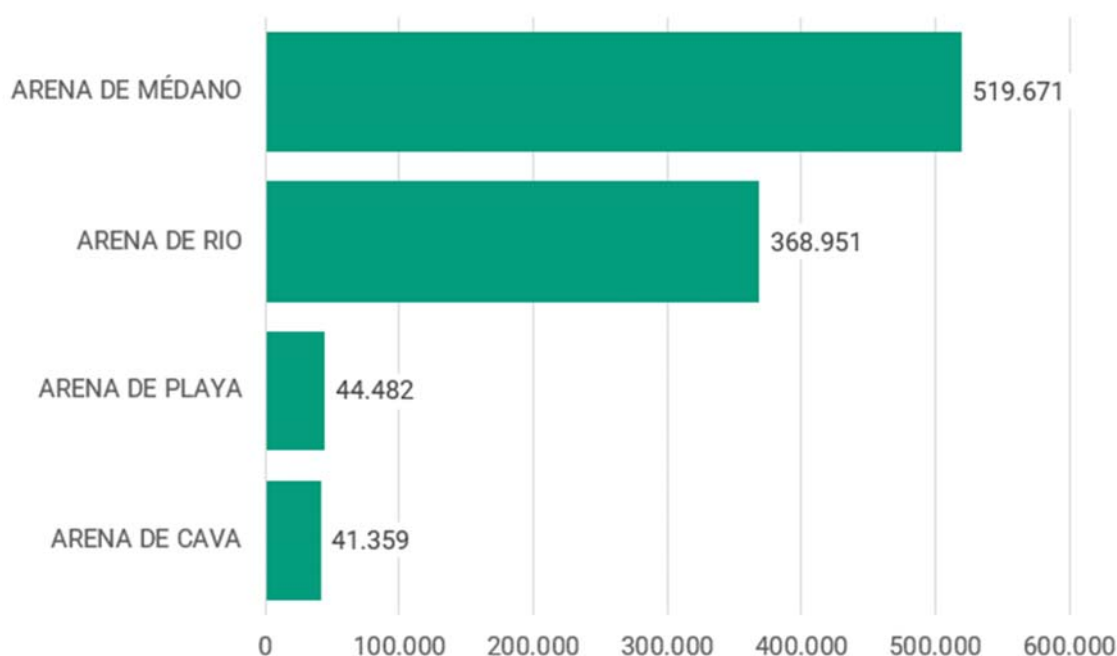
Para poder concretarse, también resulta necesaria una instancia previa de organización propia del sector que hoy es insuficiente dados los desafíos que se le plantean. En el mismo sentido, se advirtió una escasa participación en espacios sectoriales nacionales o internacionales como convenciones, congresos y ámbitos de aprendizaje y conocimiento de las tendencias del sector en otras zonas. En el caso

de los áridos, España es una de las importantes referencias en cuanto a la tecnología y soluciones aplicadas, pero sólo una empresa del sector ha participado de actividades del sector en conjunto con firmas radicadas allí.

5.2 Arenas

El sector de las arenas en la PBA se encuentra categorizado desde el ámbito de la SSM por el depósito desde donde se extrae el material. De esta forma los productores mineros se clasifican a partir del material que explotan en alguna de las siguientes categorías: arena de cava, arena de médano, arena de playa y arena de río.

Gráfico 28. PTM de distintos tipos de arena total 2021, en Tns



Fuente: Elaboración propia en base a SSM

En 2021 se encontraban registrados 51 productores mineros que explotaban alguno de los depósitos de arena mencionados anteriormente. De acuerdo con el tipo de depósito de donde extraen el material y las condiciones técnicas utilizadas, se determina el proceso técnico-administrativo de la SSM para el establecimiento minero. Para las arenas provenientes de cava, playa y médano, los establecimientos mineros se referencian por el lugar geográfico donde se realiza la explotación. Mientras que para aquellos que realizan labores en los depósitos asentados en los ríos, la figura de establecimiento pasa a ser el buque o embarcación extractiva.

Las arenas de cava y de playa representan un porcentaje pequeño del total de arenas transportadas. Si bien las arenas de médano tienen un peso más significativo en el total, la cantidad de establecimientos y depósitos de estos tres tipos de arena en

conjunto son pequeños. Lo que explica su importancia en la PTM respecto de la arena de río se debe a su matriz productiva más convencional, similar a la explotación de canteras. Esto posibilita que se lleven a cabo más acciones de fiscalización y registro de lo que sucede en la explotación de las arenas de río.

Las condiciones del sector que compone la explotación de arena de río - el tipo de proceso y el rol de las distintas jurisdicciones intervinientes en el proceso - han tenido repercusiones en el propio desarrollo del sector, en el valor agregado de los productos derivados y en el componente ambiental. Este último está directamente asociado a las condiciones propias de los procedimientos de explotación en los lechos de los ríos.

El proceso de explotación de arena de río comprende a los buques o embarcaciones extractivas, los puertos o desembarcaderos donde se descarga, acopia y se trata el material extraído y las empresas que se registran como productoras como parte del Registro de Productor Minero como condición para llevar a cabo las tareas del proceso productivo en el ámbito minero. En lo referido a los buques, estos realizan tareas de extracción, transporte y posterior descarga en uno o varios puertos. Asimismo, los puertos están ubicados en jurisdicciones nacionales o provinciales, pueden ser parte de un consorcio portuario o funcionar de manera privada, estar o no registrados y realizar o no labores de tratamiento y beneficio. Igualmente, los productores mineros que hacen uso de los buques pueden tener posesión directa de los mismos en su condición de propietarios o alquilar los servicios que estos prestan. Actualmente, los productores mineros se encuentran agremiados en dos entidades, la Cámara Argentina de Arena y Piedra (CAAP) y la Cámara de Arena y Piedra del Litoral.

En cuanto a las competencias de las autoridades también existe una simultaneidad de organismos que intervienen desde el orden nacional, provincial y municipal. Por un lado, se encuentra Prefectura Naval que actúa como ente regulador de todo lo concerniente a los permisos y la fiscalización en el ámbito fluvial. Adicionalmente el CONINDELTA (Consejo Intermunicipal del Delta) interviene como un ente recaudador en las labores extractivas del Río Paraná y su sistema hídrico.

En lo concerniente a los puertos de descarga debemos tener en cuenta que la Provincia de Buenos Aires, a través de la subsecretaría de Puertos, perteneciente al Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica, actúa como autoridad competente en aquellos puertos provinciales que son administrados por consorcios portuarios concesionados.

Todo lo anterior hace que las problemáticas inherentes al sector de la arena de río sean de alta complejidad en su tratamiento. Por un lado, la situación histórica de informalidad en lo referido a las labores propias de extracción, la evasión en temas de emisión de Guías de Tránsito de Minerales, la dificultad en la fiscalización de los

buques y la reciente normativa ambiental cuya implementación viene en curso, determinan un escenario de oportunidades para la regularización del sector.

Es necesario entonces un accionar intersectorial e interinstitucional que permita abordar el sector desde distintas aristas con el objetivo de avanzar en la formalización de los volúmenes registrados y determinar una verdadera trazabilidad de las arenas extraídas, teniendo en cuenta sus múltiples usos constructivos, industriales y mineros.

En este sentido, la SSM, en su carácter de Autoridad Minera de la Provincia, se encuentra llevando a cabo un abordaje específico para el sector de arenas en torno a cuatro ejes: producción, fiscalización, acompañamiento e investigación. En la dimensión productiva, avanzó en la articulación con otros organismos privados y públicos de distintas jurisdicciones, buscó recabar información que permita relevar las cantidades extraídas, producidas y transportadas o comercializadas. Actualmente, esta información se encuentra en estudio por parte de la SSM con el fin de identificar de los volúmenes y la trazabilidad de la carga, determinar sus especificidades y reconocer el papel que tienen los distintos actores involucrados en el proceso productivo.

En cuanto a las tareas de fiscalización, la SSM realizó operativos individuales y conjuntos con otros organismos (ARBA, Vialidad, Policía Rural y otros.) en ruta y en establecimiento. Como toda tarea de fiscalización, se buscó reducir aquellas actividades extractivas que se realizan tareas por fuera del marco normativo y legal.

En lo referente a las tareas de acompañamiento, se concretaron encuentros, charlas y capacitaciones buscando que los actores involucrados puedan acceder de manera oportuna a las soluciones técnicas e informáticas que se brindan desde el Estado. Además, se encuentran en proceso proyectos de investigación cuya finalidad es avanzar en la comprensión de las dimensiones económicas, productivas y ambientales de este sector en particular.

SECCIÓN 6: DESAFÍOS, PERSPECTIVAS Y SOSTENIBILIDAD

El sector minero bonaerense presenta hacia adelante un conjunto de desafíos y oportunidades que es tan heterogéneo como lo es el sector en sí mismo. Por ello, abordamos distintos tópicos que difícilmente puedan ser aplicables a todo el sector en general pero que resultan determinantes en la perspectiva de desarrollo de las actividades actuales en el futuro. Para ello, nos detendremos en analizar su capacidad de respuesta ante distintos contextos económicos, un análisis preliminar de la capacidad instalada del sector, los cuellos de botella para un crecimiento sostenido de la actividad, la necesidad de acompañar la transición de los procesos productivos tradicionales hacia modelos más sustentables con mayor reconocimiento

social y la posibilidad de constituirse en el catalizador de sistemas económicos más complejos en las áreas donde se desarrolla.

6.1 Energía para la minería

La disponibilidad de energía adecuada tiene dos dimensiones. Por un lado, hay una condición económica para que esa energía pueda ser utilizada y es que el precio debe ser asequible. En segundo lugar, existe un requisito físico que implica poder disponer en el lugar adecuado de la cantidad y el tipo de energía correspondiente. Nos referimos con esto a contar con el electrón que pasa por la red eléctrica o la molécula de gas que debe estar en la red para su transformación en un proceso productivo.

Actualmente, la disponibilidad de energía constituye una barrera para el desarrollo de proyectos mineros por fuera de los núcleos tradicionales. A tal punto la infraestructura eléctrica puede ser una limitante como en el caso del partido de Azul, donde existen empresas que son abastecidas desde Olavarría, pudiendo incrementarse el nivel de reservas disponibles en caso de contar con infraestructura eléctrica que permita la explotación de nuevos yacimientos.

6.2 Capacidad instalada e infraestructura

Una dimensión de interés para la caracterización de cualquier sector de actividad económica es poder identificar la capacidad instalada con la que cuenta para dimensionar su nivel de utilización en un momento determinado, así como también su capacidad de respuesta ante incentivos en la demanda para evitar cuellos de botella.

En este documento nos propusimos un primer análisis cualitativo de la capacidad instalada. La heterogeneidad que describimos inicialmente implica un desafío adicional para poder sintetizar esas distintas realidades en un único indicador. El INDEC, en el informe de Utilización de la Capacidad Instalada de la Industria (UCII) reporta el indicador para los productos minerales no metálicos en los que incluye la utilización de la capacidad instalada en las plantas productoras de cemento, vidrio para la construcción y vidrio elaborado para bebidas y otros destinos. Por lo tanto, es preciso contar con datos o referencias de los otros sectores de la minería no metalífera.

En el sector de áridos y piedra caliza, durante el 2017 y 2018 se dio el llamado "boom de la piedra", motorizado por la expectativa de los contratos PPP en la obra pública. A partir de esto, varias empresas aumentaron la producción y, sobre todo, realizaron inversiones de capital en máquinas trituradoras, camiones y otros bienes de capital. Sin embargo, esa expectativa de una alta demanda nunca se materializó y el sector actualmente cuenta con una utilización de la capacidad que identificamos inferior al 50% si se aplica el mismo criterio que el INDEC para definir la capacidad instalada

máxima¹⁹. La falta de una demanda sostenida para la producción minera tras el fracaso de los contratos PPP, por lo tanto, implicó que algunas empresas (en particular de áridos) ni siquiera pusieran en funcionamiento maquinaria incorporada, dejando una capacidad ociosa en el sector.

La producción de arcillas puede responder rápidamente a cambios en la demanda dado que es de los sectores menos capital intensivos²⁰ dentro de la minería no metalífera. Una misma cantera puede ser explotada enteramente en un período de 30, 60 o 90 días según la demanda del cliente. En todo caso, la limitación está en la disponibilidad del material con las características requeridas.

Lo que surge como una preocupación a la hora de llevar los niveles de producción a casi el doble del actual, como sería factible, es su impacto en la logística y el transporte. Más allá de poder dar respuesta a esa demanda, el cuello de botella más evidente se encuentra en el transporte de esa producción con las condiciones actuales. En particular, en los meses de cosecha de soja de marzo a mayo, todos los sectores que dependen del transporte deben planificar con mayor precisión las necesidades logísticas para disponer de los camiones y por el tiempo que se demora en hacer los mismos tramos.

Además, debe contemplarse también el impacto en las vías terrestres ya que incluso podría significar el acortamiento en la vida útil de los caminos. Con esto, cobra mayor relevancia la revisión de las condiciones de operación de los tramos no urbanos de la línea Ferrosur Roca cuya concesión está hoy en poder de una empresa controlada por Camargo Correa, empresa que al mismo tiempo es controlante de Loma Negra²¹. Aquí, a partir del vencimiento de la concesión en el año próximo, surge la posibilidad de incidir en un componente de los costos de todas las empresas del sector, las grandes - algunas de las cuales ya contratan los servicios de Ferrosur como operador de cargas - y también de otras más pequeñas. No sólo definiendo quién realizará la operación misma del servicio de transporte sino también bajo qué condiciones lo hará. La infraestructura de transporte, su accesibilidad y disponibilidad para todos los actores es el vector principal para dar lugar a un incremento significativo de la producción minera en el corto plazo.

¹⁹ Para definir la capacidad instalada máxima, el INDEC considera criterios técnicos, como el aprovechamiento potencial de las plantas productivas empleando el máximo de turnos posibles y las paradas necesarias para el mantenimiento apropiado de dicha capacidad. La referencia respecto del nivel de utilización actual surge de las entrevistas realizadas con las empresas del sector.

²⁰ La intensidad del capital en un sector hace referencia a la relación entre inversión de bienes de capital y capital de trabajo (insumos y mano de obra) que requiere llevar adelante el proceso productivo.

²¹ La integración de las operaciones de transporte por parte de los principales clientes no se dio exclusivamente en el caso de Ferrosur. Aceitera General Deheza es al mismo tiempo la operadora del Nuevo Central Argentino

6.3 Hacia entramados productivos complejos y sostenibles

El impacto de las actividades productivas que inevitablemente se generan en el ambiente es un aspecto que es observado cada vez con mayor atención por parte de grupos de interés y por la población en general. A raíz de ello, es cada vez más habitual la utilización del concepto de “licencia social” para referirse, en un modo amplio, al escrutinio que ejerce la población sobre ciertas actividades. A su vez, el conjunto de estas actividades se va haciendo cada vez más amplio en términos de sectores, impactos y ubicación geográfica.

La minería en general es una actividad en la cual se ha aplicado recurrentemente la noción de “licencia social”. Sin pretender hacer una evaluación de la correspondencia o no de reclamos puntuales, es preciso contar con un cuadro de situación en materia de normativa vigente, los antecedentes internacionales para dar cuenta de los pasivos ambientales y, en lo económico, la oportunidad que significa para ir de sistemas productivos poco diversificados hacia sistemas productivos más resilientes y complejos que permitan contar con un conjunto heterogéneo e integrado de capacidades.

Como se ha descrito anteriormente, la minería en la provincia de Buenos Aires es exclusivamente no metalífera. Por lo tanto, se realizan principalmente procesos físicos para la extracción como lo son las voladuras y las excavaciones. Es decir, no existen procesos químicos para la separación de minerales de interés. Esto acota el impacto ambiental a un tipo determinado, principalmente asociados a los efectos sísmicos, desprendimientos de materiales en suspensión (polvo) y sonoros durante el desarrollo de la actividad y a cambios en la morfología de la superficie luego del cese de la explotación.

Este impacto implica incorporar en la evaluación la competencia que tiene la actividad con el desarrollo urbanístico y residencial de las ciudades, a medida que avanza tanto la actividad minera como el espacio urbano, y también con otras actividades económicas - hoy mayormente potenciales - como el turismo.

Para subsanar el impacto visual, de sonidos y de polvo atmosférico de una cantera, existen medidas de mitigación como, por ejemplo, instalar pantallas forestales en el frente cortado, no emplear voladuras secundarias en piedras inferiores a un determinado tamaño, etc. El principal problema surge luego de la vida útil de la mina o cantera, cuando sólo queda el “pozo” inactivo. En esta etapa deben iniciarse las mayores medidas de remediación, para reintegrar a la topografía los efectos de la explotación minera. De esta manera, el ciclo minero no se acaba con la extracción del mineral.

En la región española de Galicia existen numerosos antecedentes de reutilización de los pasivos ambientales inherentes a la actividad minera. Toda mina abierta en

España después de 1982 debe contar con un Plan de Restauración con las garantías financieras que aseguren su cumplimiento antes de iniciar los trabajos de aprovechamiento. Los usos alternativos post-operacionales pueden ser

- Urbanístico e industrial.
- Centros de tratamiento y valorización de residuos.
- Lagos de agua dulce.
- Lagunas de recreo.
- Terrenos de uso agroganadero.
- Montes de uso forestal y maderero.
- Zonas de conservación y creación de hábitats.

Estas soluciones se pueden dar con proyectos que surjan de las Evaluaciones de Impacto Ambiental anteriores a las explotaciones, como un proyecto post-operacional o simplemente luego del cierre de la cantera como proyecto individual.

Un caso concreto de restauración se implementó en la mina de As de Pontes. Actualmente contiene al lago más grande de España en lo que hasta hace 14 años era una mina de carbón (ver Imagen 8²²). Además, todo el entorno de la antigua explotación volvió a estar poblado por fauna autóctona, sumándose la posibilidad de practicar actividades recreativas, deportes náuticos y de esparcimiento en la zona de playa.

Imagen 8. Minas As de Pontes reconvertida en lago - España



Fuente: eldiario.es

En la Provincia de Buenos Aires también se han llevado a cabo tareas de mitigación del impacto ambiental generado por las canteras de áridos. En el partido de General Pueyrredón, en el año 2007 comenzó un proceso de reforestación de la cantera Yaraví.

²² <https://branded.eldiario.es/minas-reconvertidas-endesa/as-pontes.html>

Imagen 9. Reforestación en Canteras Yaraví



Fuente: revistavial.com

Por su parte, Cementos Avellaneda, en conjunto con la Universidad Nacional de la Plata (UNLP) y la Universidad Nacional del Centro (UNICEN) lleva adelante un proyecto educativo sobre paleontología a partir de los restos fósiles hallados en sus yacimientos. En el marco de dicho proyecto, se construyó el mirador del yacimiento La Cabañita que es accesible el camino de tránsito público que se encuentra entre medio de los yacimientos San Jacinto y La Cabañita.

Imagen 10. Mirador La Cabañita



Fuente: portalurbano.com.ar

La Ley N° 14.343 tiene por objeto regular la identificación de los pasivos ambientales, y la obligación de recomponer sitios contaminados o áreas con riesgo para la salud

de la población, con el propósito de mitigar los impactos negativos en el ambiente. Esta ley define a los pasivos ambientales como "el conjunto de los daños ambientales, en términos de contaminación del agua, del suelo, del aire, del deterioro de los recursos naturales y de los ecosistemas, producidos por cualquier tipo de actividad pública o privada". Una posible medida a tomar sería plantear el uso post-operacional como requisito previo al comienzo de la explotación de nuevos yacimientos para reducir al mínimo posible las consecuencias a futuro de estos desafíos que indudablemente el sector minero de la Provincia tendrá en su agenda. Sin embargo, por la trayectoria de la actividad en el sector son pocos los yacimientos que comienzan a operarse desde cero y, por lo general, se trata de explotaciones que llevan muchos años en operación. Además, todavía se encuentra pendiente la reglamentación de la ley para su correcta aplicación.

Estos antecedentes permiten diseñar regulaciones, intervenciones públicas y privadas para remediar el impacto ambiental de las actividades productivas al mismo tiempo que se diversifica y complejiza la matriz productiva de las comunidades. Para abordar este aspecto, resulta de utilidad el enfoque de sistemas complejos y el rol de las organizaciones, entendidas como actores que intervienen con un sistema incorporando y transformando los elementos materiales e inmateriales de su entorno, como pueden ser las habilidades y rutinas de una empresa.

El enfoque de sistemas complejos (Metcalf, 2010) pone de relieve la importancia de los procesos de retroalimentación positivos entre el desarrollo de capacidades tecnológicas y organizacionales de las organizaciones y la posición que ocupan en la arquitectura de conexiones a la que pertenecen. Cuando esas retroalimentaciones se generan también entre los planos micro, meso y macroeconómicos, la innovación resulta una propiedad emergente, ya que no es posible determinarla enteramente por los esfuerzos individuales, ni se halla explicada por completo por las características de entorno meso o macro al que pertenece.

Entonces, es en este entorno virtuoso de sistemas diversos y complejos que las innovaciones tecnológicas tienen, al menos, un ambiente más propicio para desarrollarse. En este esquema, es tan desaconsejable la articulación productiva en torno a un enclave específico, como podría ser la minería, como el abandono del saber hacer y las capacidades acumuladas en muchos otros sectores para abocarse únicamente a un servicio como el turismo, que también tiene a su vez impacto en el ambiente.

SECCIÓN 7: CONCLUSIONES

La diversidad de los recursos disponibles en la provincia de Buenos Aires implica que haya registros de productores mineros vigentes en 53 de los 135 municipios. Esto la

ubica como la primera provincia en empleo registrado directo e indirecto asociado a la minería no metalífera, con un total de 2.925 puestos al mes de febrero de 2022.

A su vez, como sector primario, se encuentra vinculado como proveedor de un amplio conjunto de industrias como la construcción, cosmética, alimenticia y plástica entre muchas otras. En su desarrollo, también requiere el acompañamiento de otras industrias como la metalmecánica, servicios de telecomunicaciones, geología, desarrollo de software y muchos otros más.

Las necesidades sociales que existen en materia de vivienda, infraestructura de cuidados, de transporte y recreativas requerirán una participación activa de la producción minera bonaerense. Gran parte de la minería no metalífera, actividad identificada con la provincia de Buenos Aires desde la conformación de las primeras ciudades en su territorio, siempre habrá de localizarse cerca de estas necesidades materiales.

Sin embargo, la minería bonaerense también cuenta con una posibilidad todavía no aprovechada en todo su potencial que consiste en incorporar los productos mineros tradicionales a nuevas aplicaciones o soluciones. En algunos casos se trata de ir hacia mercados ya existentes, como el caso de los agrominerales o aplicaciones del carbonato de calcio para combatir acidez en suelos o animales. En el caso de la innovación, está asociada a los procesos productivos en sí mismos, en el desarrollo de soluciones informáticas que permitan un mejor seguimiento y control de los procesos o a la incorporación de los productos tradicionales en nuevos materiales. En este sentido, el fortalecimiento de las representaciones empresariales sectoriales es un elemento necesario para su vinculación con el sistema científico y tecnológico.

La sistematización de nuevos indicadores de la minería bonaerense, como es el caso de la Producción Transportada de Minerales (PTM), es un recurso reciente que puede tener múltiples aplicaciones. En este trabajo aportamos dos análisis cuantitativos que dan cuenta de su utilidad, vinculándolo con las expectativas de la construcción relevadas por el INDEC y en su capacidad predictiva del ISAC. En concreto, encontramos que los cambios en las expectativas de obra pública permiten adelantar el signo de la variación de la PTM en un 69% de las observaciones. Además, encontramos que una variación de un 1% en la PTM se traduce en una variación de 0,73% del ISAC para el mismo mes. Adicionalmente, elaboramos una nueva serie de PTM+ a partir de la incorporación de la producción minera industrializada en empresas cementeras.

Así y todo, todavía pueden sumarse valiosas mejoras del indicador en tanto se pueda captar la actividad minera que hoy no está registrada en su totalidad. Un valor adicional consistiría en valorizar las cantidades disponibles, para lo cual se requiere un trabajo previo de homogeneización de los productos y definición de sus precios de mercado.

A pesar de su utilidad, este indicador no es una fuente de consulta habitual entre las empresas del sector actualmente. Además del procesamiento de los datos y la generación de información valiosa sobre el sector, para un verdadero aprovechamiento de los esfuerzos dedicados es necesario mejorar la difusión y el conocimiento de estos indicadores entre actores del sector que hoy es acotado.

El abordaje realizado del sector nos permitió identificar rutinas propias de cada empresa en función su tamaño. Por ejemplo, para la previsión de la demanda de su producto y la correspondiente producción, las empresas observan indicadores de mayor agregación a medida que crece su tamaño. Así, se consideran únicamente las órdenes de compra recibidas en el caso de las empresas pequeñas, mientras que las grandes observan datos macroeconómicos de gasto público, ejecución y actividad.

Un rasgo distintivo que se encontró en el sector es que también las estrategias pueden asociarse no sólo al tamaño, lo que es más habitual, sino también a la posición que tienen las empresas respecto de las grandes cementeras en su mercado. Aquellas que son competidoras han tendido a buscar una mayor diversificación de su producción y en menor medida han innovado en nuevos mercados o nuevas aplicaciones del producto. Estas estrategias están menos presentes en empresas que no son competidoras de las grandes empresas. Sin embargo, es un elemento interesante para advertir la situación en la que se pueden ver a futuro las firmas que hace relativamente poco tiempo no eran competidoras y, por la expansión horizontal de las grandes empresas hacia el rubro de áridos, son cada vez más competidoras que complementarias.

En general, estos nuevos desafíos son abordados de forma individual por cada firma. Un aspecto a fortalecer puede ser la participación en espacios sectoriales nacionales o internacionales como convenciones, congresos y ámbitos de aprendizaje y conocimiento de las tendencias del sector. En el mismo sentido, las instancias organizativas y representativas del sector, tanto de trabajadoras y trabajadores como de empresarios vinculados directa o indirectamente, también pueden tener un rol relevante en la discusión de las condiciones en las que se desarrolla la actividad. No solo las que conciernen estrictamente a la actividad sino las que tienen que ver, por ejemplo, con la concesión del ferrocarril que tiene fecha de vencimiento en 2023.

El transporte fue identificado como la restricción principal para un aumento de la actividad significativo en el corto plazo por parte de las empresas que explican una parte significativa de la producción. Las nuevas condiciones que rijan la prestación del servicio pueden impactar significativamente en las condiciones en las que hoy se organiza la actividad, permitiendo abaratar el costo de transporte para los grandes volúmenes tanto de productos como de insumos.

Finalmente, el abordaje de la sostenibilidad de la actividad minera debe incluir la dimensión ambiental y la productiva. Integrar los conocimientos acumulados de las

comunidades en torno a determinados procesos con nuevas actividades, como el turismo o la recreación, debe ser un objetivo de la política pública. El saber hacer adquirido históricamente en torno a una actividad, como puede ser la minera, conlleva un conjunto de habilidades codificables y no codificables que es valioso preservar y complejizar. En lugar de plantear alternativas dicotómicas, entendemos que hace a la mejor adaptación a los inciertos escenarios futuros una comunidad con saberes diversos en lugar de acotarlos a cualquier sector.

Referencias

Catalano E (Ed.), & Lavandaio E. (Ed.) (2004). *Historia de la Minería Argentina: Tomo I*. Instituto de Geología y Recursos Minerales y Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.

Coriale, N. (2021). *Estudio de la factibilidad, generación, producción y valoración de la calidad de los áridos provenientes de yacimientos de la provincia de Buenos Aires aplicados a obras civiles*. Universidad Tecnológica Nacional - Cámara de la Piedra de la Provincia de Buenos Aires.

De Pablos, M. (2008). Presentado en el Primer Congreso de Áridos. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Del Blanco M., & Marchionni D., & Romero S., & Cábana C. (2005). *Depositorios Evaporíticos de la Provincia de Buenos Aires*. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino.

Delgado, ML. Informe de avance tesis Doctoral "Estudio geológico-mineralogénico de los depósitos emplazados en las áreas de Loma del Piojo y Balcarce, Sierras Septentrionales de Buenos Aires. Aplicaciones cerámicas". 2015. *Inédito*. Universidad Nacional de La Plata.

Delgado, ML.; Nigro, J., Tessone, M. y Etcheverry, R. "Petrografía del cuerpo de diabasa presente en los depósitos arcillosos de Loma del Piojo (Juárez), Sistema de Tandilia". 2016. XII MINMET. Tucumán.

Dominguez E., & Schalamuk I. (1999). *Recursos Minerales de la República Argentina*. Ed. E. O. Zappettini.

Echeveste H., & Marchionni D., & Coriales N. (2005). *Rocas Ornamentales de la Provincia de Buenos Aires*. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010). Clasificador Nacional de Actividades Económicas. Notas metodológicas. Disponible en: https://www.indec.gov.ar/micro_sitios/clanae/documentos/NOTAS_METODOLOGICAS_CLANAE-2010.pdf

Koontz, H., & Weihrich, H., & Cannice, M. (2012). *Administración: Una perspectiva global y empresarial*. 14a. ed.. México D.F. Mc Graw Hill.

Ministerio de Economía, Dirección Provincial de Estadística (2018). *Producto Bruto Geográfico Informe metodológico*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Disponible en: http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/images/METODOLOGIA_PBG_PBA_BASE_2004.pdf

Poire D., & Canalicchio J., & Alonso G. (2005). *Las Calizas del Sistema de Tandilia y su utilización en la Industria Cementera*. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino.

Metcalf, J.S. (2010). *Complexity and Emergence in Economics: The Road from Smith to Hayek (via Marshall and Schumpeter)*. History of Economic Ideas, Vol. XVIII/2010/2 pp.45-75