

PERFIL PRODUCTO MERCADO

Mercado Servicios a la Minería

Brasil



2024

Mercado del Servicios a la minería

Brasil

I. Introducción

La industria de los servicios a la minería juega un papel crucial en el desarrollo y la optimización de las operaciones mineras, al proporcionar soluciones especializadas que abarcan desde la automatización de procesos hasta la mejora de la eficiencia operativa. Estos servicios incluyen una amplia gama de actividades como integración de sistemas, ingeniería de detalle, mantenimiento de instalaciones y equipos, así como operaciones de explotación, tunelería y acarreo, todas orientadas a maximizar la productividad, reducir costos operacionales y garantizar una explotación más segura y sostenible de los recursos minerales.

En el contexto global, la minería está atravesando una transformación hacia la denominada minería inteligente. Las nuevas tecnologías, como los sistemas de automatización, la inteligencia artificial y el análisis de datos en tiempo real, están revolucionando la forma en que se extraen y gestionan los recursos minerales. Esta tendencia está ganando terreno en diversos países, y en América Latina, la minería sigue siendo uno de los sectores más importantes para las economías de la región. Entre los países más destacados en este ámbito se encuentran Chile, Perú, México y Brasil, que son reconocidos por su infraestructura minera de clase mundial y sus abundantes recursos naturales.

En particular, Brasil emerge como un mercado clave para los servicios a la minería. Con una gran industria minera que incluye gigantes del sector como Vale y una creciente demanda de soluciones tecnológicas y de eficiencia. Brasil es una de las principales economías mineras a nivel global y el mayor productor de minerales en América Latina. El sector minero brasileño representa aproximadamente el 4% del Producto Interno Bruto (PIB) del país y es responsable de una parte significativa de las exportaciones, especialmente en productos como hierro, oro, cobre y níquel. Según datos del IBRAM, Brasil ocupa el 2º lugar mundial en producción de mineral de hierro, solo detrás de China, y es un actor destacado en la producción de aluminio, manganeso y bauxita. ^{1 2}

En términos de cifras, el valor de las exportaciones mineras de Brasil alcanzó los USD 42,98 mil millones en 2023, y se espera que esta cifra continúe creciendo a medida que la demanda global de metales y minerales se mantenga fuerte, particularmente para satisfacer las necesidades de sectores como la construcción, la energía renovable y la industria automotriz. Además, el país está experimentando una fuerte inversión en proyectos de infraestructura minera y tecnología avanzada

¹ "Estudio de Mercado de Minería Brasil" – Softpower Connections

² IBRAM

con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los impactos ambientales, lo que abre un espacio valioso para los proveedores de servicios especializados.

Brasil ofrece un entorno de oportunidades para empresas extranjeras, especialmente aquellas que comparten una fuerte base minera y un contexto geográfico favorable. La proximidad, el conocimiento común de los retos mineros y la complementariedad en términos de oferta y demanda hacen que Brasil sea un mercado estratégico para la exportación de servicios. Además, la apuesta del gobierno brasileño por modernizar su industria minera y mejorar la sostenibilidad de sus operaciones abre aún más puertas para la innovación y la transferencia de tecnología.

En este escenario, las empresas peruanas que ofrecen soluciones en automatización, mantenimiento, ingeniería y otros servicios especializados tienen la oportunidad de expandir sus operaciones y fortalecer su presencia en Latinoamérica, aprovechando la sinergia existente y las perspectivas de crecimiento que ofrece el mercado brasileño.

II. Perfil de la Industria

La minería requiere una variedad de servicios, entre los que se encuentran la consultoría en ingeniería, la planificación, la tecnología para la exploración y el procesamiento, las comunicaciones, el asesoramiento geotécnico, la gestión del impacto ambiental, el software, así como el transporte, los servicios financieros, las telecomunicaciones, la seguridad y la salud ocupacional, los viajes, entre otros.

Las tecnologías relacionadas con la automatización, digitalización, conectividad y análisis de datos desempeñarán un rol clave en la creación del nuevo modelo de minería. Los avances tecnológicos que impulsan los procesos de digitalización —como la exploración y la investigación geológica, la distribución dinámica de maquinaria, la topografía minera, el control remoto, la automatización de procesos y los estudios de Big Data— están permitiendo llevar a cabo actividades que hace apenas unos años resultaban impensables. Hoy en día, existen diversas soluciones de software en el mercado que facilitan la creación y actualización de modelos numéricos, los cuales deben ser ajustados y modificados a lo largo de la vida útil de la mina. Estos modelos incorporan datos geológicos y económicos, como las variaciones en los precios de los productos minerales. A partir de estos primeros modelos, que permiten conocer los recursos geológicos presentes, se diseña la excavación minera, para luego evaluar las reservas económicamente viables de ser explotadas. Las tecnologías que jugarán un papel crucial en la evolución hacia una verdadera "Minería 4.0" incluyen la automatización y la robótica, la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas, sensores especializados para el sector, el uso de drones, gemelos digitales, y la realidad virtual. Además, se está comenzando a explorar el aprovechamiento de los huecos mineros para el almacenamiento y la transmisión de energía.³

En muchos casos, las empresas funcionan como contratistas que proporcionan servicios y soluciones completas que combinan la ejecución de tareas con la gestión de equipos. Por lo tanto, en esta

³ Mapfre Global Risks

industria, cobra especial importancia la entrega de servicios a través de la creación de sucursales en el extranjero y, en menor medida, mediante el desplazamiento de individuos físicos.

A nivel global, las empresas que ofrecen servicios a la minería varían desde grandes multinacionales hasta mipymes, además suele existir una correlación directa entre el tamaño de la empresa que presta los servicios y la escala del proyecto que se aborda. La mayoría de los servicios para la minería son demandados por las empresas de gran y mediana envergadura, aunque algunas empresas más pequeñas también desempeñan un rol significativo en este sector.

Cadena de valor

La cadena de valor de los servicios a la minería consta de tres fases: conceptualización, ingeniería de la explotación de minera y operación.

- **Conceptualización:** en la cual se contrata consultoría en servicios intensivos en conocimiento, incluyendo actividades como exploración, testeo geológico y gestión de proyectos de inversión.
- **Ingeniería de explotación minera:** se recurre a servicios de consultoría intensiva en conocimiento como ingeniería minera, automatización y optimización y diseño y adaptación de equipo y construcción (movimientos de tierra, obras civiles, estructuras, montajes de elementos).
- **Operaciones:** se contratan servicios a distintos tipos de proveedores. Hay contratistas especializados en servicios de construcción y desarrollo, tunelización, shaft sinking, perforación, muestreo y análisis de laboratorio, entre otros. Se desarrollan también actividades intensivas en conocimiento como mantenimiento y reparación de equipo, análisis metalúrgico e incluso servicios vinculados al cierre de la operación (cierre de minas, diseño de remediación).

III. Mercado Seleccionado: Brasil

Brasil es una clara potencia minera, destacándose como el mayor productor mundial de niobio y el segundo en mineral de hierro, además de ser sede de Vale, empresa que genera más de 40 mil millones de dólares en ingresos anuales.

De acuerdo con datos del IBRAM, las exportaciones de minerales de Brasil alcanzaron los 42,98 mil millones de dólares en 2023. Aunque la producción de mineral de hierro sigue dominando el sector, existen importantes desarrollos y proyectos en diversos minerales que posicionan al país para convertirse en un exportador clave de minerales esenciales para la transición energética. Un desafío global para la industria minera es el acceso al capital, una situación que también afecta a Brasil.

El sector enfrenta una paradoja entre la creciente demanda de metales críticos y la limitada financiación disponible para proyectos de largo plazo y altos requerimientos de inversión. Brasil ocupa el quinto lugar en América Latina con 34 empresas y 95 proyectos mineros, lo que refleja su potencial

aún poco explorado y subrepresentado en los mercados bursátiles. Dado su tamaño, esto la convierte en una jurisdicción relativamente poco explorada y representada en nuestras bolsas, lo que subraya su potencial. Aunque existe un potencial significativo de crecimiento en el sector minero de Brasil, debemos promoverlo aún más para facilitar el acceso al capital para los empresarios. ⁴

Inteligencia Artificial en la minería ⁵

La Cámara Brasileña de Minería (CBM) está promoviendo el uso de la Inteligencia Artificial (IA) en el sector minero, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y fomentar prácticas más sostenibles. En un mundo cada vez más digitalizado, la industria minera en Brasil está adoptando la innovación tecnológica para optimizar sus procesos y reducir su impacto ambiental. Esta iniciativa de la CBM busca impulsar la digitalización del sector, posicionando a Brasil como líder global en minería responsable. Como uno de los mayores productores de minerales a nivel mundial, Brasil enfrenta desafíos como la fluctuación de precios, el agotamiento de recursos y las exigencias de mayor transparencia y cumplimiento ambiental, lo que ha motivado a la CBM a buscar soluciones innovadoras para abordar estos problemas.

La minería brasileña no solo debe mantener su relevancia económica, sino también adaptarse a un mercado global que cada vez más exige prácticas sostenibles. El uso de la IA en la minería ayuda a enfrentar estos retos, transformándolos en oportunidades para avanzar hacia una minería más eficiente y responsable. Entre los beneficios de la IA en este sector se incluyen la optimización de los procesos de extracción y procesamiento, la predicción de fallos en equipos y la mejora en la seguridad laboral. La IA también contribuye a la sostenibilidad, al reducir el consumo de recursos como agua y energía, minimizar la contaminación y facilitar la restauración de áreas afectadas por la minería.

La CBM ha diseñado un programa integral que incluye capacitación, apoyo financiero y acceso a tecnología de IA para pequeñas y medianas empresas mineras en Brasil. Este programa busca democratizar el acceso a la tecnología y promover una cultura de innovación en toda la industria. Además, la CBM colabora con universidades y centros de investigación para desarrollar soluciones específicas para el sector minero brasileño. Entre los principales ejemplos de uso de la IA en la minería en Brasil se encuentran empresas como Vale, que ha implementado IA en la gestión de flotas y monitoreo de minas, y Kinross, que utiliza esta tecnología para predecir deslizamientos de tierra en sus operaciones.

Con el apoyo de la IA, el sector minero brasileño tiene el potencial de mejorar su competitividad, reducir su impacto ambiental y promover un desarrollo más equilibrado y responsable. A medida que la tecnología evoluciona, se espera que surjan nuevas aplicaciones de la IA en áreas como la exploración de yacimientos, el transporte de materiales y la gestión de recursos hídricos, consolidando aún más el liderazgo de Brasil en la minería del futuro.

⁴ Brazil Mining 2024

⁵ América Retail

Minería Inteligente

La minería inteligente en Brasil está emergiendo como un mercado joven, pero con un crecimiento acelerado. Inicialmente, los primeros adoptantes de la tecnología del Internet de las Cosas (IoT) se centraron en soluciones básicas como sistemas de monitoreo remoto y gestión de flotas. Sin embargo, hoy en día, el mercado se ha expandido significativamente, abarcando tecnologías más avanzadas, como equipos automatizados, plataformas de análisis de datos e inteligencia artificial para mantenimiento predictivo. La industria minera brasileña se distingue por una fuerte cultura de innovación, impulsada tanto por la abundancia de recursos minerales del país como por la presión constante de mejorar la eficiencia y la seguridad. Este ambiente propicio, junto con las iniciativas gubernamentales que fomentan los avances tecnológicos en el sector, está estimulando una tendencia positiva hacia la adopción de la minería inteligente.

Se proyecta que el mercado de la minería inteligente en Brasil experimentará un crecimiento anual compuesto (CAGR) superior al 8% entre 2024 y 2029. Diversos factores están impulsando esta expansión, destacando la creciente adopción de IoT en múltiples sectores, lo que establece las bases para la integración más amplia de soluciones inteligentes en la minería. Además, la necesidad de mejorar la seguridad en las minas, que son ambientes a menudo peligrosos, está impulsando la adopción de tecnologías inteligentes como la operación remota de equipos y el monitoreo en tiempo real de las condiciones, lo que ayuda a reducir los riesgos. También, la demanda creciente de minerales como hierro y cobre está llevando a las empresas mineras a optimizar sus procesos de extracción y mejorar la recuperación de recursos, áreas donde la minería inteligente se destaca por su capacidad para maximizar la eficiencia.

Dentro del segmento de equipos automatizados, varias categorías están experimentando diferentes trayectorias de crecimiento. Las excavadoras automatizadas están listas para expandirse significativamente debido a sus beneficios en términos de eficiencia y seguridad, especialmente en las operaciones a gran escala de minería de hierro en Brasil. Por otro lado, la adopción de camiones autónomos podría ser más lenta, debido a los elevados costos de inversión inicial y la infraestructura requerida, aunque las minas con grandes distancias de transporte se beneficiarán considerablemente. Se prevé un crecimiento constante en el segmento de perforadoras y trituradoras, ya que las mineras buscan optimizar los procesos de voladura mediante la automatización. Los vehículos subterráneos autónomos (AUV) también muestran un gran potencial, especialmente si se expande la minería subterránea en Brasil, ofreciendo beneficios clave en términos de seguridad en minas profundas. Además, las aplicaciones de nicho, como cargadores, topadoras y sistemas de clasificación automatizados controlados a distancia, están demostrando un gran potencial para mejorar la eficiencia y seguridad en entornos peligrosos. El uso de drones y vehículos aéreos no tripulados (UAV) también está ganando terreno en la topografía y recopilación de datos.

En cuanto a la segmentación del mercado por tipo de minería, la minería a cielo abierto sigue dominando la extracción de minerales en Brasil, y se espera que adopte más equipos automatizados debido a la facilidad de implementación en comparación con las operaciones subterráneas. Por el contrario, aunque el segmento de la minería subterránea es más pequeño, se espera que vea un aumento en la automatización, especialmente con AUV y sistemas de monitoreo basados en sensores,

que mejoran la seguridad y la productividad. En términos de componentes, el hardware sigue siendo fundamental, impulsado por la demanda de sensores, etiquetas RFID para el seguimiento de activos y cascos inteligentes para aumentar la seguridad de los trabajadores. Por otro lado, el software está emergiendo como un área crítica de crecimiento, facilitando el análisis de datos, la gestión operativa, los protocolos de seguridad, la conectividad y el mantenimiento de activos. A medida que las soluciones de minería inteligente se vuelven más sofisticadas, se espera que haya un aumento en la demanda de servicios especializados como soporte, mantenimiento, integración de sistemas y consultoría, lo que garantizará la optimización y funcionamiento continuo de los equipos y sistemas automatizados en el creciente panorama de la minería inteligente en Brasil.

En cuanto al entorno regulatorio, el marco legal para las tecnologías de minería inteligente en Brasil sigue evolucionando. Aunque no existen regulaciones específicas exclusivamente para minería inteligente, varias políticas actuales abordan aspectos relevantes, como la seguridad de los datos, los protocolos de automatización y los posibles impactos ambientales de las nuevas tecnologías. La Agencia Nacional de Minería (ANM) juega un papel crucial en la supervisión de estas áreas. La seguridad de los datos es un tema clave para los reguladores, y la Ley General de Protección de Datos (LGPD) establece cómo las empresas deben recopilar, almacenar y utilizar la información generada por los sistemas de minería inteligente. Cumplir con la LGPD es obligatorio para todas las empresas que operen en Brasil, e implica medidas rigurosas de ciberseguridad, ubicación de almacenamiento de datos y consentimiento del usuario. En cuanto a la sostenibilidad, el gobierno brasileño, a través del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), ha establecido regulaciones sobre la evaluación del impacto ambiental de los proyectos mineros. Las tecnologías de minería inteligente que demuestren reducir la huella ambiental, como la optimización de la extracción de recursos o la mejora en la gestión de residuos, serán bien recibidas por los reguladores. Aunque actualmente no existen certificaciones específicas obligatorias para la minería inteligente en Brasil, seguir las mejores prácticas internacionales y obtener certificaciones relevantes, como las normas ISO 9001 de gestión de calidad o ISO 14001 de gestión ambiental, puede ser un valor agregado para las empresas, demostrando su compromiso con la minería responsable y el uso adecuado de tecnologías avanzadas.

Servicios de perforación y voladura ⁶

El panorama minero de Brasil ofrece muchas oportunidades para las empresas de perforación y voladuras a medida que incrementa la exploración producto de la demanda de minerales. Es un momento de inmensas oportunidades para Brasil, con la transición a la energía verde impulsando la demanda de actividades de perforación.

La perforación eficiente es fundamental para reducir los costos y acelerar el desarrollo de los programas de exploración, y se cree ampliamente que la automatización es la solución. El uso de la automatización en la perforación tiene beneficios visibles: el primero es la seguridad, ya que reduce la exposición de los operadores de perforación. En segundo lugar, reduce la tasa de error humano, lo que aumenta la precisión y la eficiencia al tiempo que reduce los costos. En tercer lugar, una perforación mejor y más precisa da como resultado un menor consumo de energía.

⁶ "Brazil Mining 2023" - IBRAM

Servicios de Laboratorio y CRM ⁷

Los laboratorios eficientes y de alta calidad pueden marcar la diferencia en el éxito de un programa de exploración. Con el aumento de las regulaciones ambientales, los laboratorios también ayudan en gran medida a las empresas mineras a analizar la contaminación del agua y el suelo.

A medida que el sector minero brasileño ha comenzado a diversificarse en términos de producción de minerales, ha habido una mayor demanda de servicios de laboratorio de metales que anteriormente no eran actores importantes. Para aumentar la precisión y la confiabilidad, los laboratorios y las empresas mineras utilizan cada vez más materiales de referencia certificados (CRM), que son muestras de control que se utilizan para controlar el análisis químico.

Demanda de servicios

El año pasado se produjo una oleada de actividad en el sector minero, lo que impulsó la demanda de consultores e ingenieros. Según cifras del IBRAM, Brasil está preparado para recibir más de 65 mil millones de dólares en inversiones mineras en los próximos cinco años. Los proyectos en curso y futuros en diferentes etapas de desarrollo están impulsando una demanda récord de servicios de consultoría e ingeniería, junto con una mayor aplicación y adhesión voluntaria a altos estándares ambientales. ⁸

Invertir en la automatización de procesos, tecnologías digitales y análisis de datos puede permitir a las empresas obtener mayor visibilidad sobre posibles cuellos de botella, mejorar la capacidad de anticipar acciones en distintos escenarios y aumentar la agilidad para ajustar la dinámica operativa según las necesidades de cada situación. No obstante, el éxito de estas iniciativas depende de la evolución del comportamiento y la integración del modelo operativo en las empresas mineras, considerando aspectos como los procesos, los niveles de responsabilidad y los incentivos. ⁹

Canales de comercialización ¹⁰

- Directa: Se utiliza cuando la empresa fabricante es grande y/o el producto o servicio es altamente especializado.
- Indirecta: Suele ocurrir cuando el producto o servicio es más genérico, o cuando la empresa que lo fabrica u ofrece no tiene la capacidad suficiente para manejar la distribución por sí misma.
- Implantación comercial: La implantación comercial implica establecer presencia en el mercado objetivo, ya sea mediante actividades comerciales directas en el terreno, a través de una delegación, una filial comercial o una filial productiva. Muchas empresas eligen abrir una filial en Brasil que funcione como distribuidora, proporcionando asistencia técnica y comercializando sus productos o servicios. Una de las principales ventajas de esta estrategia

⁷ "Brazil Mining 2023" - IBRAM

⁸ "Brazil Mining 2024" - IBRAM

⁹ "Estudio de mercado proveeduría Minería Brasil"

¹⁰ "Estudio de mercado proveeduría Minería Brasil"

es contar con personal especializado que atienda a los clientes y realice estudios para facilitar la expansión de la empresa a nuevos mercados, una tarea que los representantes no suelen llevar a cabo.

- **Implantación productiva:** La implantación productiva, que puede incluir la apertura de una planta de fabricación o la implementación de un servicio local, resulta útil cuando se busca ampliar la oferta de productos o servicios. Establecer una planta de producción o un centro de servicios en Brasil puede ser una opción atractiva cuando el volumen de ventas justifica la inversión, además de permitir la reducción de costos de importación, que son elevados en el país.

Consumidor de los servicios a la minería

Para colaborar con empresas extranjeras, la mayoría de las compañías mineras en Brasil buscan recomendaciones de otras empresas del sector y analizan los portafolios de los proveedores. En cuanto a los certificados y normativas, estos varían según el tipo de producto o servicio, pero generalmente se enfocan en aquellos servicios que ayuden a reducir los costos operativos, optimizar tiempos y garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega. Además, es fundamental que estos servicios aumenten la seguridad de los profesionales involucrados en todo el proceso de extracción y procesamiento de minerales.

Con el avance de la tecnología, la minería puede obtener ventajas competitivas al aprovechar tecnologías como la digitalización y el análisis de datos para optimizar sus operaciones. Esto permite mejorar el rendimiento de los activos y reducir los riesgos. Por lo tanto, la demanda de este tipo de servicios sigue creciendo con el tiempo.¹¹

Análisis de competencia y barreras de entrada

El mercado de servicios para la minería en Brasil es altamente competitivo y está dominado por grandes multinacionales, como Ausenco y SRK Consulting, que ofrecen una amplia gama de servicios especializados y tecnologías avanzadas. Esta fuerte presencia de actores internacionales representa una barrera significativa para la entrada de nuevos proveedores, especialmente para empresas locales con menor capacidad financiera y tecnológica. Además, la preferencia de las mineras por trabajar con proveedores consolidados limita las oportunidades para nuevos entrantes, que deben demostrar su capacidad técnica y cumplir con altos estándares de calidad y sostenibilidad. Las barreras de entrada incluyen también la falta de financiamiento para proyectos innovadores, los altos costos iniciales de inversión en infraestructura y tecnología, y la complejidad del entorno regulatorio en Brasil. No obstante, el gobierno ha implementado programas de apoyo para pequeñas y medianas empresas (PYMEs) locales, con el objetivo de facilitar su integración en la cadena de valor y fomentar la competitividad en el sector.

¹¹ “Estudio de mercado proveeduría Minería Brasil”

Regulación del Sector ¹²

En el sector minero de Brasil operan dos organismos gubernamentales principales: uno es la Secretaría de Geología, Minería y Transformación Minera (SGM), vinculada al Ministerio de Minas.

La responsabilidad de este último ministerio es formular políticas públicas para el sector minero en consulta con la industria. El otro organismo es la Agencia Nacional de Minería (ANM), que es el regulador de la industria. Esta agencia tiene más autonomía con respecto al gobierno y tiene poder discrecional sobre el sector en auditoría, aplicación de multas, otorgamiento de licencias mineras y orden de cierre de minas.

La propensión a incorporar actividades innovadoras ha ido aumentando gradualmente en el sector minero de Brasil. Se ha observado que, entre 2003 y 2014, gran parte de las capacidades tecnológicas innovadoras de los mineros brasileños se acumularon en asociaciones con universidades e institutos de investigación locales, consultores y agentes a lo largo de la cadena de producción, proveedores y clientes.

IV. Evolución del Comercio Exterior

Tendencias

En los últimos años, la industria minera ha experimentado una transformación significativa gracias a la integración de la automatización y la digitalización en sus procesos. Estas innovaciones han permitido a las empresas optimizar sus operaciones, reducir costos y mejorar la seguridad, impulsando una evolución hacia un modelo más eficiente y sostenible. La incorporación de herramientas avanzadas de modelamiento y control ha permitido maximizar la productividad en cada etapa de la minería, desde la exploración hasta la extracción. Además, el desarrollo de tecnologías emergentes como el Metaverso, la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual ha abierto nuevas posibilidades para la interacción digital con el entorno minero, facilitando una toma de decisiones más precisa y en tiempo real. ¹³

Estas tecnologías, que se aplican desde el origen del mineral, están redefiniendo las oportunidades en la industria de servicios para la minería, creando tendencias clave que marcan el camino hacia un futuro más innovador y eficiente.

▪ *Minería inteligente*

Los primeros avances de la minería en la implementación de tecnologías de automatización han estado enfocados principalmente en el desarrollo de sistemas de sensorización robustos y confiables. Esta etapa es fundamental, ya que la sensorización es la base sobre la que se construyen los sistemas avanzados que permiten optimizar los procesos mineros. Los sensores recopilan una gran cantidad de datos en tiempo real, lo que brinda información crucial sobre el estado de las operaciones, el rendimiento de los equipos y las condiciones del entorno, permitiendo una toma de decisiones más rápida y precisa.

¹² "Industrial and Corporate Change, 2024" – Oxford

¹³ Metso

Además, se ha puesto un énfasis especial en la estandarización de infraestructuras digitales de comunicación, como es el caso de la tecnología LTE (Long Term Evolution), que facilita el manejo de los grandes volúmenes de datos generados por estos sistemas. La adopción de LTE y otras tecnologías de comunicación de alta velocidad permite transmitir los datos de manera eficiente y confiable, asegurando que la información esté disponible en tiempo real para los operadores y responsables de la toma de decisiones. Este avance no solo mejora la conectividad y la calidad de la información en las minas, sino que también es esencial para integrar otras tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el análisis predictivo, que dependen de datos precisos y oportunos para funcionar eficazmente.

La combinación de sensorización avanzada y una infraestructura digital robusta está sentando las bases para una minería más inteligente, donde los sistemas automatizados pueden actuar de manera autónoma, mejorar la seguridad de los trabajadores y reducir el impacto ambiental al optimizar los recursos de manera más eficiente.¹⁴

▪ **Minería Verde**

La implementación de tecnologías 4.0 en la minería busca hacer posible un modelo más sustentable, reduciendo al mínimo los impactos ambientales y sociales. Esto se logra mediante la disminución de emisiones, la gestión adecuada de residuos, el incremento en el uso de energías renovables y la optimización de los recursos energéticos y hídricos. Además, se fomenta la adopción de prácticas que promuevan una economía circular, contribuyendo a una minería más responsable y eficiente.

Entre las soluciones que permitirían una minería verde se encuentran: tecnologías de captura y monitoreo de datos operacionales en tiempo real, tecnologías de almacenamiento de datos (cloud), implementación de soluciones digitales avanzadas, sensores de consumo en tiempo real, implementación de blockchain para identificación de activos, uso de inteligencia artificial, entre otras.¹⁵

▪ **Minería Segura**

Las tecnologías 4.0, como la teleoperación, la automatización y la robótica, desempeñan un papel crucial en la mejora de la seguridad en la minería al reducir la exposición de los trabajadores a situaciones de riesgo. Al permitir que las máquinas y equipos operen de manera autónoma o controlada de forma remota, estas tecnologías minimizan la necesidad de que los operarios estén presentes en áreas peligrosas, lo que reduce significativamente el riesgo de accidentes. Además, la implementación de estas herramientas facilita la detección en tiempo real de posibles peligros, permitiendo una respuesta rápida ante cualquier situación de riesgo, como fallos en los equipos o condiciones inseguras en el entorno de trabajo. Esto no solo mejora la seguridad de los trabajadores, sino que también optimiza la eficiencia operativa, ya que las intervenciones pueden ser más precisas y oportunas. Con el uso de estas tecnologías, la minería avanza hacia un entorno de trabajo más seguro y controlado, donde la protección de las personas y la prevención de accidentes se convierten en prioridades clave. Entre las soluciones para una minería segura se encuentran: implementación de estándares de transmisión (IoT) de datos que permitan la captura confiable y su trazabilidad, la captura y transmisión en tiempo real de los parámetros de seguridad personales, del entorno y

¹⁴ Metso

¹⁵ "Roadmap: Digitalización para una minería 4.0" -Consejo minero, Fundación Chile y Corporación Alta Ley

equipos, data de predicción de riesgos, robotización, automatización y teleoperación, digital twin y realidad virtual aumentada.¹⁶

En términos de inspección de equipos, la Realidad Virtual permite simular y visualizar de manera detallada el funcionamiento de las maquinarias sin necesidad de estar físicamente en el lugar. Los técnicos pueden realizar diagnósticos a través de modelos virtuales que replican las condiciones reales, lo que ayuda a identificar fallos potenciales, optimizar el mantenimiento preventivo y reducir los tiempos de inactividad de los equipos.⁹

V. Oferta Peruana

Perfil del sector

Según la información proveniente del Registro de Contratistas Mineros del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), se han otorgado autorizaciones a más de 1,500 empresas especializadas en prestar servicios a la industria minera, lo que les permite llevar a cabo sus operaciones dentro de las concesiones mineras. De este conjunto, el 62% de estas empresas tienen su ubicación en Lima, y el 8% se encuentra en Arequipa. No obstante, se estima que el número de proveedores de servicios podría ser aún mayor, debido a que las empresas inscritas como contratistas mineros se centran en servicios operativos directamente vinculados a un proceso dentro del ciclo de vida de un proyecto minero. Existen otros servicios que se realizan fuera de las concesiones mineras o tienen una relación indirecta con los proyectos mineros.

En un estudio realizado por Austmine sobre el sector de equipamiento, tecnología y servicios a la minería (METS) en 2017, que incluyó entrevistas con 80 empresas peruanas proveedoras de la industria minera, se encontró que solo el 24% de ellas eran contratistas, mientras que el 25% se dedicaba a servicios de consultoría, el 13% a distribución y el 11% a servicios de ingeniería, procura y gestión de construcción.

Algunos ejemplos de empresas que operan en el sector son AESA Infraestructura y Minería, Liebherr, Hochschild, HATCH, GMI, AUSENCO, CICA, Carranza Ingenieros Contratistas Mineros, Geoconsult Ingenieros Consultores, M3 Engineering & Technology, Acruta & Tapia Ingenieros, Dessau S&Z, Helix Labs, Opermin, Wilder Pando, entre otras.

Aunque las empresas de servicios a la minería con sede en Perú son conocidas por proporcionar una relación calidad-precio favorable, su enfoque principal está en el mercado interno, donde tienen clientes significativos debido a la importancia de la minería en la economía peruana. Las exportaciones, en comparación, contribuyen con una parte pequeña de los ingresos totales de las empresas en este sector.

¹⁶ "Roadmap: Digitalización para una minería 4.0" -Consejo minero, Fundación Chile y Corporación Alta Ley

Marco Regulatorio

Según las normativas establecidas en el Reglamento de Procedimientos Mineros, los titulares de concesiones mineras solo pueden emplear a empresas especializadas para realizar actividades de exploración, desarrollo, explotación y beneficio si estas empresas están debidamente inscritas en el Registro de Empresas Contratistas Mineras. En este contexto, las empresas concesionarias tienen la obligación de dar preferencia a la adquisición de bienes y servicios de proveedores locales o regionales, asegurando que se mantengan estándares razonables de calidad, puntualidad y precio, lo que resulta beneficioso tanto para las partes involucradas como para la promoción de la diversificación económica en la región.

Existen regulaciones específicas para los proveedores especializados en servicios para la industria minera. Estas empresas deben poseer independencia funcional y su propio capital, y también deben obtener certificaciones de la Dirección General de Minería (DGM). Estas empresas comparten una responsabilidad conjunta con el titular de la concesión en relación con cualquier acuerdo o contrato relacionado con trabajos necesarios para la explotación de la concesión minera. Además, se aplican regulaciones adicionales en lo que concierne a la seguridad laboral y otras condiciones de trabajo.

Para llevar a cabo estudios de impacto ambiental, es necesario estar inscrito en el Registro Nacional de Consultoras Ambientales. Las personas naturales que brindan estos servicios deben ser profesionales especializados en temas ambientales, contar con experiencia en el campo, estar colegiados y tener la habilitación correspondiente.

Algunos servicios específicos para la industria minera, como el transporte de productos mineros y sustancias peligrosas, así como trabajos de movimiento de tierra y preparación de terrenos, requieren autorizaciones especiales. Para prestar servicios de ingeniería, se exige tener un grado académico y estar debidamente matriculado, como se mencionó anteriormente.

En términos de régimen tributario, los proveedores de servicios para la minería se benefician de manera indirecta del marco fiscal favorable a la actividad minera. Esto se debe a que existen posibilidades de aplazamiento en el pago de impuestos relacionados con gastos en categorías donde se concentran las actividades de servicios, como gastos preoperativos, de exploración e infraestructura. En consecuencia, la normativa tiende a ser más progresiva y retrasa la carga tributaria hasta que la mina alcance cierto nivel de utilidades, lo cual se ajusta a la rentabilidad específica de cada proyecto sin generar costos adicionales en las etapas iniciales de inversión.

Tejido Empresarial

- Asociación de Contratistas Mineras del Perú (ACOMIPE) y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE). La SNMPE agrupa a empresas en los sectores mencionados en su nombre, así como a sus proveedores de servicios. Algunas empresas de servicios de ingeniería para la minería son miembros de la APC. A pesar de estas afiliaciones, las compañías encuestadas ven oportunidades para fortalecer aún más la cooperación entre actores del sector privado.

- Cluster Minero del Sur del Perú, establecido en 2018 gracias a la iniciativa de CAF, la Cámara de Comercio de Arequipa y algunas empresas mineras. Su objetivo es promover un centro de innovación tecnológica en el sur del país al desarrollar proveedores de equipos, tecnología y servicios mineros.
- Hub de Innovación Minera, impulsado por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía y las principales empresas del sector. Este hub ofrece a los proveedores mineros asociados una serie de beneficios, que incluyen acceso a redes de innovación a nivel nacional e internacional, un extenso programa de formación, mesas de trabajo y actividades de colaboración, reconocimiento como empresas innovadoras en el sector, acceso a información sobre las necesidades y desafíos de la industria, y acceso a un conjunto de proyectos de innovación conjuntos, entre otros.

Oportunidades en el mercado brasileiro ¹⁷

Existen varios aspectos de interés común en la industria que pueden ser aprovechados para desarrollar mejoras, muchas de las cuales están vinculadas a la adopción de tecnologías específicas para el sector. Estos puntos incluyen:

- Seguridad operativa
- Gestión de represas y estructuras para la eliminación de residuos
- Salud y seguridad laboral
- Mitigación de impactos ambientales
- Desarrollo local y futuro de los territorios
- Relaciones con las comunidades
- Comunicación y gestión de la reputación
- Diversidad e inclusión
- Innovación
- Eficiencia en el uso del agua
- Eficiencia energética
- Gestión de residuos

¹⁷ “Estudio de mercado proveeduría Minería Brasil”