

Principales hallazgos y recomendaciones en auditorías de reservas minerales y su relación con las nuevas tecnologías en la industria minera

Por:
Ing. Leonardo Leite, Golder Associates
Brasil e Ing. Alan Cerda, Golder
Associates Chile.

Introducción

El propósito de las auditorías de reservas minerales es revisar y validar el proceso de conversión de los recursos en reservas, mediante la aplicación de los factores modificantes (Modifying Factors) tomando como base los principales códigos internacionales para la publicación de los resultados de la exploración, recursos y reservas minerales.

Las compañías mineras requieren auditorías anuales de reservas por varias razones, tales como: una segunda opinión sobre sus procesos de estimación, requerimiento de terceros (inversionistas), y como parte de un proceso de declaración de reservas minerales en las Bolsas de Valores o para transacciones financieras.

Las auditorías son realizadas por empresas externas e independientes a las compañías mineras, que generalmente, son consultoras, con profesionales competentes (Competent/Qualified Person), quienes son miembros de las principales organizaciones profesionales liderando el proceso, y que cuentan con suficiente experiencia en el tipo de mineralización y depósito a ser analizado.

Estas auditorías buscan evaluar los procesos y procedimientos adoptados por las compañías mineras para estimar sus reservas minerales de modo que cuenten

con los respaldos suficientes que permitan reproducir los tonelajes y leyes declarados por la empresa a sus inversionistas y/o publicados en las principales bolsas de valores, proporcionando sustentabilidad técnica y económica a la operación o al proyecto minero.

Por medio de conclusiones y recomendaciones formuladas durante las auditorías es posible mejorar los procesos internos de las compañías y corregir posibles errores durante las estimaciones, identificando y mitigando los riesgos que puedan afectar los resultados reportados en términos de tonelaje y ley, que consecuentemente, tienen relación directa con el resultado económico esperado para el proyecto u operación.

Numerosos hallazgos han sido identificados durante las auditorías de reservas minerales en los últimos años, tales como: informaciones insuficientes, premisas sin sustento con relación a los factores modificantes y falta de consolidación de información técnica y económica en las distintas áreas auditadas. Con eso, se generan retrasos durante la ejecución del trabajo y un mayor número de recomendaciones (que podrían ser evitadas) que son incluidas como resultado del proceso de la auditoría.

A lo largo de los años, los métodos de estimación, principalmente en las etapas de optimización del tajo, secuenciamiento y planificación minera, se han vuelto cada vez más precisos, permitiendo realizar los cálculos de manera más rápida y efectiva. Además, la innovación en el sector ha posibilitado el desarrollo de diferentes escenarios futuros y la ejecución de proyecciones relacionadas con las re-

servas minerales, considerando mejoras y la aplicación de nuevas tecnologías en las operaciones mineras.

Un gran desafío relacionado con la estimación y las nuevas tendencias tecnológicas y de innovación es que todos los procesos auditados deban ser confiables y que tengan suficiente respaldo para garantizar que los métodos empleados para definir las reservas minerales sean factibles al momento de su declaración, permitiendo la correcta toma de decisión frente al proyecto u operación minera.

Aunque este trabajo no evalúa específicamente la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías en las operaciones mineras, se busca analizar sus efectos durante el proceso de auditoría, que constituye una parte sumamente importante para el financiamiento de los emprendimientos y toma de decisión por parte de los inversionistas.

Se debe tener claridad sobre la forma correcta de considerar las nuevas tecnologías en las estimativas de reservas minerales para fines de publicación, además, es imprescindible para cumplir con los códigos internacionales y obtener así la certificación durante el proceso de auditoría.

Tomando como base las diversas auditorías desarrolladas en Latinoamérica para importantes compañías mineras en los últimos años, se presenta una muestra de los principales hallazgos identificados durante la realización y las recomendaciones propuestas para la mejora continua de los procesos de estimación y auditoría de reservas minerales.

Introduction

Audits of mineral reserves are intended to review and validate the process of turning resources into reserves by applying the Modifying Factors based on the main international codes for the publication of exploration, resource and mineral reserve results.

Mining companies are required to conduct annual reserve audits for various reasons, such as: a second opinion on their estimation processes, requests from third parties (investors), and as part of a process to declare mineral reserves on the stock exchanges or for financial transactions.

The audits are carried out by external and independent companies to the mining companies, which are generally consultants, with competent professionals (Competent/Qualified Person), who are members of the main professional organizations leading the process, and who have sufficient experience in the type of mineralization and deposit to be analyzed.

These audits seek to evaluate the processes and procedures adopted by mining companies to estimate their mineral reserves so that they have sufficient support to reproduce the tonnages and grades declared by the company to its investors and/or published in the main stock exchanges, providing technical and economic sustainability to the operation or mining project.

Through the conclusions and recommendations formulated during the audits it is possible to improve the internal processes of companies and correct any errors during the estimations, identifying and mitigating the risks that may impact the results reported in terms of tonnage and grade, which consequently, have a direct relationship with the expected economic result for the project or operation.

Many findings have been identified during the audits of mineral reserves in recent years, such as: insufficient information, unsupported assumptions regarding the modifying factors and

lack of consolidation of technical and economic information in the different audited areas. This leads to delays during the execution of works and more recommendations (which could be avoided) that are included as a result of the audit process.

Over the years, estimation methods, mainly in the stages of pit optimization, sequencing and mine planning, have become increasingly accurate, allowing calculations to be made more quickly and effectively. In addition, innovation in the sector has made it possible to develop different future scenarios and execute projections related to mineral reserves, considering improvements and the application of new technologies in mining operations.

A major challenge related to estimation and new technological and innovation trends is that all audited processes must be reliable and have sufficient support to ensure that the methods used to define the mineral reserves are feasible at the time of their reporting, allowing for correct decision making regarding the mining project or operation.

Although this work does not specifically evaluate innovation and the application of new technologies in mining operations, it seeks to analyze their effects during the audit process, which is an extremely important part of the financing of the project and decision-making by investors.

The correct way to consider new technologies in mineral reserve estimates for publication purposes must be clear, and it is also essential to comply with international codes in order to obtain certification during the audit process.

Based on the various audits carried out in Latin America for major mining companies in recent years, a sample of the main findings identified during the conduct and the proposed recommendations for continuous improvement of the estimation and audit processes of ore reserves is presented.

Objetivos

El presente trabajo describe los principales códigos internacionales para la declaración de recursos y reservas minerales y, a partir de esas guías, analiza los principales hallazgos durante auditorías realizadas en operaciones y proyectos mineros en Latinoamérica. Con base en los resultados y hallazgos identificados se propone soluciones a partir de recomendaciones para la mejora continua de los procesos de estimación y auditoría de reservas minerales. El efecto e impacto de la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías en las operaciones mineras, son analizados durante la auditoría de reservas minerales, de modo que puedan ser incluidos sin afectar los resultados reportados por las compañías mineras.

Desarrollo y colección de datos

El trabajo se basa en decenas de auditorías realizadas en los últimos diez años en países de Latinoamérica para distintos *commodities*, tales como: cobre, mineral de hierro, oro, bauxita, níquel y depósitos polimetálicos. En cada una de las auditorías realizadas fueron identificados los principales hallazgos y recomendaciones propuestas, clasificadas por las siguientes áreas: propiedad minera, optimización de tajo, diseño minero, planeamiento, flota y equipos, procesamiento mineral, infraestructura, medio ambiente, evaluación económica y declaración de reservas minerales.

Las recomendaciones fueron clasificadas por su nivel de relevancia en:

Prioridad 1: debe completarse antes de una próxima auditoría para mejorar la estimación de las reservas minerales.

Prioridad 2: debe completarse tan pronto sea posible para mejorar los métodos de estimación.

Prioridad 3: debe completarse para lograr las mejores prácticas de la industria en la estimación de las reservas minerales.

La combinación entre las áreas y el nivel de las recomendaciones permitió analizar los resultados obtenidos durante las auditorías y definir los principales puntos de mejora en el proceso de estimación y auditoría.

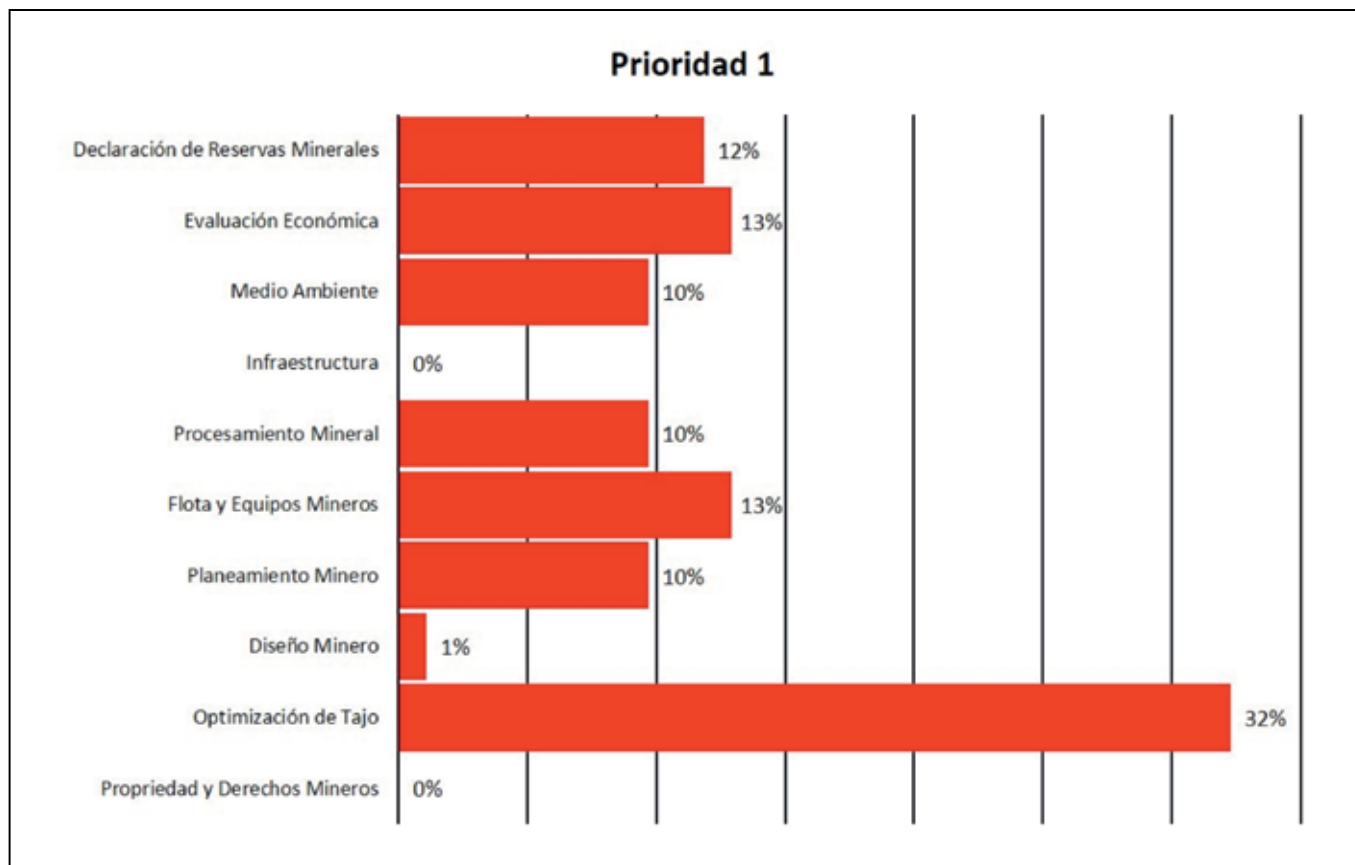


Figura 1. Distribución de recomendaciones, prioridad 1.

Presentación y discusión de resultados

Códigos y directrices internacionales para la declaración de resultados de exploración, recursos y reservas minerales

Actualmente, existen trece organizaciones vinculadas al Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (Crirsc), que son responsables por desarrollar códigos y directrices para reportar los resultados de la exploración, recursos y reservas minerales. Ellas son:

Australasia: Joint Ore Reserves Committee (JORC).

Brasil: Comisión Brasileira de Recursos y Reservas (CBRR).

Canadá: Canadian Institute of Mining (CIM).

Chile: Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras.

Colombia: Comisión Colombiana de Recursos y Reservas Minerales (CCRR).

Estados Unidos de Norteamérica: The Society for Mining, Metallurgy and Exploration (SME).

Europa: Pan-European Reserves & Resources Reporting Committee (PERC).

Indonesia: Indonesian Joint Committee for Mineral Reserves (KODE-KCMI).

Kazakstán: Kazakhstani Association for Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (Kazrc).

Mongolia: Mongolian Mineral Resources and Reserves Committee (MRC).

Russia: National Association for Subsoil Examination (NAEN).

Sur África: The South Africa Mineral Resource Committee (Samrec).

Turquía: National Resources and Reserves Reporting Committee of Turkey (Umrek).

Estas organizaciones utilizan códigos y directrices similares, con diferencias en

lo que corresponde a disposiciones para requisitos específicos del país, como los de naturaleza legal y normativa de inversión.

Con eso es posible alinear conceptos y definiciones para la estimación y publicación de reservas minerales que posteriormente serán auditadas por empresas externas e independientes, teniendo como base esas guías.

Con base en las auditorías realizadas en los últimos años, los principales códigos y directrices utilizadas por las compañías mineras fueron: JORC Code (2012) y CIM Definition Standards (2014), que fueron incorporadas en el National Instrument 43-101 (2011). En algunos casos, se usó el Samrec Code (2016).

Resultados de las auditorías de reservas minerales: hallazgos y recomendaciones

Para analizar la información que respalda la conversión de recursos en reservas minerales, se consideran tópicos que permiten evaluar con más detalle

y precisión cada uno de los factores modificantes considerados en las estimaciones.

Las Figuras 1 a la 4 presentan la distribución de las recomendaciones por tópico y nivel de prioridad.

Es posible observar que, para los tres niveles de recomendaciones descritos anteriormente, el tópico correspondiente a Optimización de tajo, seguido por Flota y equipos mineros, representan el mayor porcentaje de hallazgos identificados y, consecuentemente, de las recomendaciones propuestas. A continuación, se describe por tópico los principales hallazgos por área:

Propiedad y derechos mineros

Corresponde a aquellos documentos de carácter legal que permiten verificar si el plan minero de largo plazo (Life of mine), que representa las reservas minerales, está contenido en el área de la cual la compañía minera es propietaria, o si existe un acuerdo firmado que documenta su derecho de explotación.

En las auditorías realizadas, no se identificaron hallazgos importantes relacionados con el tópico Propiedad y derechos mineros, que podrían comprometer las estimaciones realizadas y la declaración de reservas.

Optimización de tajo

Considera la definición de la función beneficio y obtención del tajo óptimo, teniendo como base el modelo de recursos minerales.

Durante esa etapa, se analizan los parámetros técnicos y económicos aplicados al modelo de recursos que definen la función beneficio para el yacimiento junto con los límites físicos y las restricciones de propiedad. Por último, se revisa y valida el resultado de la optimización, selección del tajo final, factor de ajuste al precio (revenue factor), categorías consideradas (medidos e indicados), análisis del resultado del NPV y envolventes seleccionadas para el diseño de las fases (pushbacks).

De las recomendaciones, del nivel 1 hasta el 3, considerados en las auditorías realizadas, el ítem asociado a la optimización del tajo representa el 32% del total. Los principales hallazgos son los siguientes:

- Falta de aplicación del factor de recuperación mina y dilución.
- Aplicación de parámetros geotécnicos diferentes de los utilizados en el diseño minero.
- Diferencias en la curva de precios, adoptada en la evaluación económica.

■ Diferencias entre las recuperaciones metalúrgicas utilizadas en las optimizaciones y los valores reales de la operación.

■ Para tajos profundos, se observa que la optimización no consideró el factor de profundización MCAF (Mining Cost Adjustment Factor) para ajustar el costo mina.

■ Ausencia de respaldos que permitan una trazabilidad del proceso de optimización del tajo.

Diseño minero

Los diseños mineros corresponden a la aplicación de parámetros técnicos, tales como: altura del banco, ancho de la bermas y los ángulos geotécnicos en las envolventes económicas seleccionadas durante el proceso de optimización del tajo.

Durante esa fase, se busca revisar que los criterios adoptados fueron correctamente implementados, así como asegurar que el diseño minero respecto a los resultados de la optimización con relación al tonelaje de mineral, desmonte y la geometría.

Tomando como referencia las autorías realizadas en los últimos años, el 8% de las recomendaciones propuestas fueron asociadas a temas de diseño minero. A continuación, se indican los hallazgos más relevantes:

■ Diferencias de tonelaje entre la optimización y el diseño final superiores a 5% para mineral y 10% para desmonte.

■ Secuencia de extracción diferente de las envolventes económicas generadas durante la etapa de optimización de tajo.

■ Utilización de parámetros geotécnicos distintos de los adoptados en el proceso de optimización de tajo.

Planeamiento minero

Corresponde al proceso de definición de la secuencia de extracción y el desarrollo del plan de producción de la mina en términos de movimiento de mineral, desmonte y materiales a estoques, de modo de cumplir con los requerimientos de alimentación definidos por la planta de procesamiento mineral.

En ese ítem se revisa el plan de producción detallado por periodo, fase, bancos y velocidad de extracción vertical juntamente con sus destinos, y la capaci-

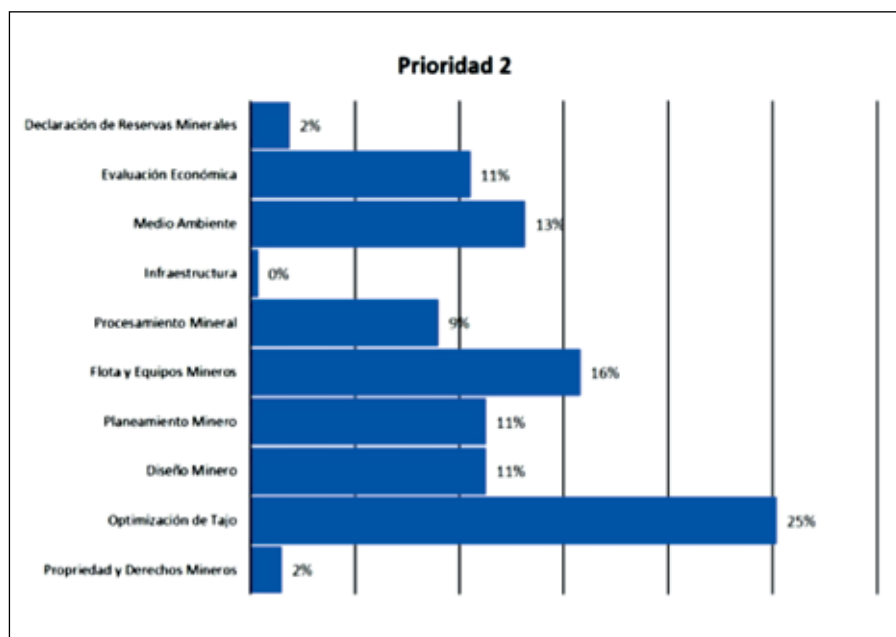


Figura 2. Distribución de recomendaciones, prioridad 2.

dad de cumplimiento de los movimientos propuestos en función del método de explotación y/o tajos considerados.

Las recomendaciones asociadas a ese ítem corresponden a 13% del total identificado en las auditorías realizadas.

Los principales hallazgos están relacionados con la velocidad de profundización de las fases (sinking rate), que en varios casos fueron superiores al recomendado por la industria, de aproximadamente 80 a 100 m por año por fase, y la falta de respaldo referente a los planes mineros detallando las fases, destinos, bancos, categorías y leyes de corte por periodo.

Flota y equipos mineros

Con base en el método de explotación, el tajo diseñado y el plan de producción desarrollado, se definen los equipos y la flota principal y auxiliar necesaria para cumplir con los movimientos de materiales.

La revisión considera principalmente en los parámetros de rendimientos por materiales, vida útil de los equipos, perfil de transporte y velocidad de los equipos. Dentro de ese proceso también se evalúa el plan de adquisición y reemplazo de los equipos en función del plan de producción propuesto.

Ese ítem representa el segundo con mayor número de recomendaciones identificadas en los procesos de auditorías de reservas minerales: 20% del total. Entre los principales hallazgos se incluyó:

- Vida útil de los equipos principales y auxiliares superiores a las prácticas de la industria minera, generando una subestimación en el plan de adquisición y reemplazo y, consecuentemente, en el costo de inversión asociado.
- El uso de los parámetros de disponibilidad mecánica y utilización constante a lo largo del tiempo sin considerar una proyección real de los rendimientos.
- Falta de respaldo referente a la distribución de materiales por tipo de equipos y detalle de los parámetros de disponibilidad y utilización adoptados.
- Ausencia del plan de adquisición y reemplazo de equipos.
- Redondeo para arriba en el cálculo del número de equipos sin considerar un

margen de 20%, donde se debería redondear para abajo, optimizando así la flota de equipos.

Procesamiento mineral

Corresponde a la etapa de obtención de los productos a partir del procesamiento mineral, aplicando las recuperaciones correspondientes.

En esta etapa se busca revisar el modelo de recuperaciones metalúrgicas para los distintos minerales y tipos de procesos, capacidades productivas y el plan de alimentación y procesamiento mineral.

Un total de 7% de las recomendaciones identificadas durante las auditorías están asociadas a ese ítem, principalmente en lo que se refiere a los valores adoptados para las recuperaciones metalúrgicas y su debido respaldo a partir de los ensayos a escala piloto. En general los valores adoptados son superiores a las pruebas realizadas.

Infraestructura

Representa todas las estructuras de soporte y servicios de la unidad operacional, tales como abastecimiento de agua, energía, accesos internos y externos al distrito minero.

En general las estructuras de soporte analizadas durante las auditorías de reservas minerales presentan suficiente respaldo y están alineadas con la operación actual y/o con sus planes de expansión.

Medio ambiente

El enfoque corresponde a aquellos documentos de carácter legal que autorizan la explotación de las reservas minerales, en el caso de proyectos, los documentos que están actualmente en tramitación. Estos permisos son extendidos por varias entidades gubernamentales y son indispensables para el desarrollo de la operación.

Durante esta fase, se evalúan las autorizaciones ambientales buscando relacionar las vigentes con la operación actual y futura, de modo que en el momento de la auditoría sea posible tener un grado mínimo de confianza sobre los permisos previamente emitidos por los agentes fiscalizadores y/o el avance de los trámites. Dentro de ese ítem también se analiza el plan de cierre actualizado para la operación y/o el proyecto.

De las recomendaciones indicadas durante las auditorías realizadas, el área de Medio Ambiente representa el 8% del total. Los principales hallazgos se refieren a la ausencia del plan de cierre de mina o, en algunos casos, a la utilización de versiones desactualizadas con relación al plan de largo plazo, y a la falta de una estimación de costos asociada a las etapas de cierre y monitoreo poscierre.

Evaluación económica

Con base en el plan de producción desarrollado para la mina y la planta concentradora, la flota de equipos y las principales estructuras consideradas para la operación y/o proyecto se estiman los ingresos, costos operativos y de inversión a lo largo del tiempo con el objetivo de calcular el valor del activo minero, generalmente reportado con base en su Valor Presente Neto (VPN).

En esta sección se revisa toda la estructura de costos, curva de precio para los metales y parámetros económicos adoptados. Además de eso, se evalúa la consistencia entre los trabajos técnicos desarrollados y su integración en el modelo económico. Ese ítem representa el 9% del total de las recomendaciones consideradas en las auditorías de reservas minerales desarrolladas en los últimos años. Las más relevantes se presentan a continuación:

- Falta de consistencias entre los costos operativos y de inversión de los equipos considerados en el modelo económico y el dimensionamiento de flota, plan de adquisición y reemplazo.
- Necesidad de incorporar los costos de inversión de los equipos auxiliares.
- Ausencia de los costos de cierre de mina en el modelo económico.
- Diferencias entre los precios de los metales considerados en las optimizaciones del tajo y en el modelo económico.

Declaración de reservas minerales

Una vez revisada toda la información técnica y económica presentada anteriormente, se confirma –a partir de la tabla de la declaración de reservas minerales– que todos los factores modificantes fueron aplicados correctamente y que la información relevante está considerada en las notas de la tabla de declaración, de modo que los inversionistas puedan revisar y entender

rápido los principales parámetros y premisas adoptadas durante las estimaciones.

La certificación de las reservas minerales durante el proceso de auditoría se concluye después de la revisión completa y reproducción de los tonelajes y leyes declarados por las compañías mineras para sus operaciones y/o proyectos. Durante las auditorías, se indicaron algunas recomendaciones asociadas a la forma de presentar la tabla resumen de reservas, lo que representó el 3% del total.

Integración de los factores modificantes

De manera general, las estimaciones de reservas son desarrolladas por un equipo multidisciplinar que involucra ingenieros de minas, geotécnicos, metalurgistas, economistas y especialistas ambientales, entre otros profesionales. La responsabilidad de integrar y dar consistencia al estudio generalmente está a cargo del equipo de planeamiento de mina, que es responsable principalmente del plan minero, que es la base para que las otras áreas desarrollen sus estudios. Es frecuente y natural que las revisiones sean realizadas en los planes mineros en función de ajustes y optimizaciones, buscando aumentar el valor del activo minero.

En diversas auditorías se identificó oportunidades de mejora asociadas a la integración entre los estudios desarrolla-

dos por cada una de las áreas y el equipo involucrado, generando un producto único y alineado a las reservas minerales que serán declaradas por la compañía minera.

Uno de los puntos críticos del proceso de auditoría es garantizar que todos los factores modificadores sean aplicados correctamente y que las estimaciones se basen en un plan minero, que exista una integración entre las áreas, y que al final en el modelo económico se pueda reflejar todo el trabajo desarrollado por el equipo multidisciplinar.

Innovación y nuevas tecnologías asociadas a los procesos de auditorías de reservas minerales

Con los avances en innovación y tecnologías aplicadas a la industria minera, muchas compañías vienen introduciendo nuevas herramientas con el objetivo de aumentar la eficiencia, automatizar los procesos y, consecuentemente, reducir los costos operativos, aumentando así el valor de los activos mineros.

La implementación de nuevas tecnologías es fundamental para el avance de la industria minera y la sustentabilidad económica de los negocios, principalmente en tiempos de dificultades financieras.

Actualmente, se observa la realización de diversas pruebas, desde la utilización de camiones autónomos hasta la aplica-

ción de inteligencia artificial para monitoreo y control de la eficiencia de la flota de equipos. Las plantas de beneficio mineral están en proceso de automatización, permitiendo capturar datos y realizar ajustes en toda la cadena productiva, aumentando la producción y reduciendo el costo.

De manera general, esas nuevas tecnologías permiten aumentar la disponibilidad de los equipos, aumentar la recuperación mineral y reducir los costos de mantenimiento, combustibles y otros insumos. Su implementación se encuentra actualmente en distintas fases, desde las pruebas iniciales por las empresas de software hasta los ensayos a escala industrial. Los resultados obtenidos en la gran mayoría de los casos son promisorios y se espera importantes optimizaciones y beneficios futuros para el emprendimiento y sus inversionistas.

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas de esas nuevas tecnologías deben ser utilizados con precaución durante la estimación de reservas minerales, principalmente para aquellas que serán auditadas y publicadas por las compañías mineras.

Como se mencionó anteriormente, parte del proceso de auditoría tiene como objetivo verificar la consistencia de las informaciones adoptadas durante la estimación. Aunque los resultados obtenidos, a partir de la aplicación de las nuevas tecnologías, sean positivos, su comprobación a largo plazo necesita ser validada y confirmada antes de su utilización en los procesos de estimación.

Es importante destacar que las reservas minerales son definidas con base a la aplicación de los factores modificadores y que, al momento de su declaración, la extracción pueda ser debidamente justificable. La aplicación de metodologías y/o parámetros todavía no comprobados o validados por la industria pueden generar cuestionamientos durante el proceso de auditoría. Como resultado, los ajustes pueden ser solicitados o, en casos puntuales, las reservas minerales pueden ser reestimadas.

De esa manera es importante tener suficiente respaldo, comprobando que las metodologías y/o parámetros considerados en las estimaciones son factibles a largo plazo y sustentan de manera co-

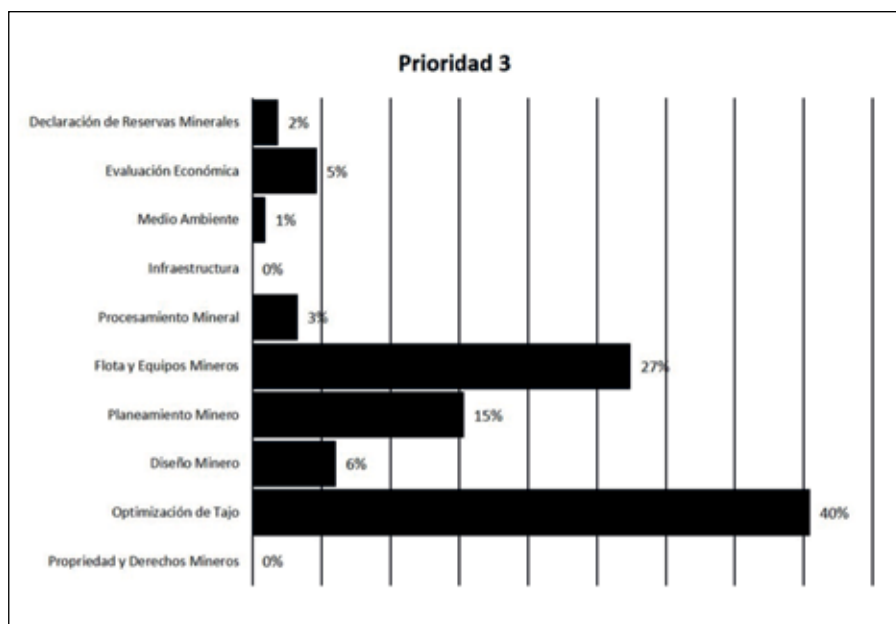


Figura 3. Distribución de recomendaciones, prioridad 3.

recta las reservas minerales, técnica y económicamente.

Conclusiones

1. El proceso de auditoría se enfoca en el análisis de la aplicación de los factores modificadores para convertir los recursos en reservas minerales, permitiendo revisar las metodologías y los parámetros utilizados para validar las estimaciones realizadas por las compañías mineras.
2. Durante las auditorías, se busca identificar los principales hallazgos y proponer recomendaciones para la mejora del proceso. Considerando una serie de auditorías de reservas minerales realizadas en Latinoamérica en los últimos diez años, los hallazgos identificados se refieren al área de optimización de tajo, flota y equipos mineros, y planeamiento de mina.

3. Los resultados de las nuevas tecnologías aplicadas al sector minero deben ser tratados con precaución cuando sean utilizados en los procesos de estimación de reservas minerales para fines de auditoría, validación y publicación. La falta de respaldos y/o las incertidumbres asociadas a las metodologías y/o parámetros adoptados, pueden generar cuestionamientos frente a las reservas calculadas y, como consecuencia, retrasar o invalidación de las mismas.

4. El éxito en la estimación de reservas minerales y su aprobación en procesos de auditorías consiste en involucrar un equipo multidisciplinar que trabaje alineado al plan estratégico de la operación o del proyecto minero. Además, debe contarse con la información ordenada y los respaldos que permitan reproducir las estimaciones junto con la correcta definición de los factores modificadores que posibiliten reducir los riesgos durante el proceso de cálculo y, consecuentemente, obtener la aprobación en el proceso de auditoría.

Bibliografía

CBRR. 2016. The CBRR Guide for Reporting Exploration Results, Mineral Resources, and Mineral Reserves. Comissão Brasileira de Recursos e Reservas, p. 54.

CCRR. 2018. Colombian Standard for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves – ECRR.

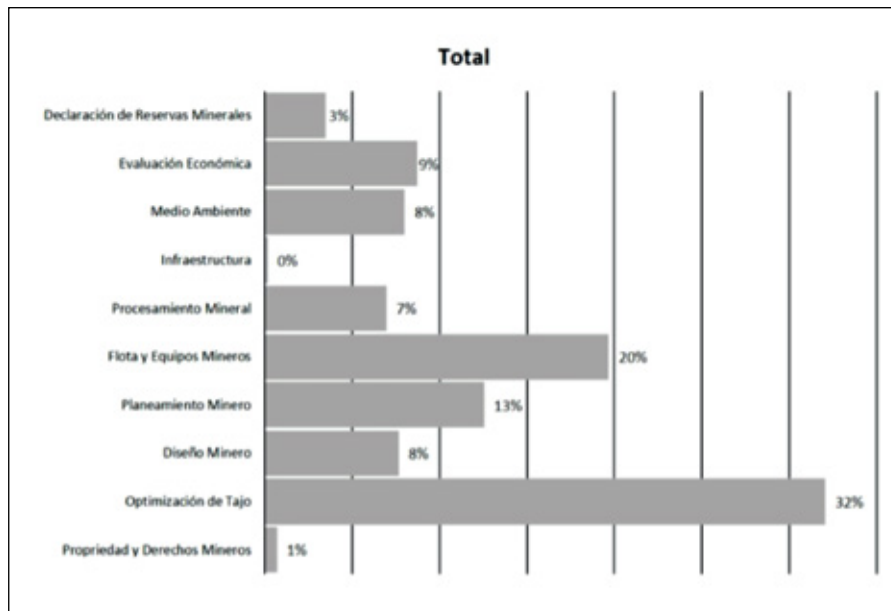


Figura 4. Distribución de recomendaciones, totales.

Colombian Commission of Mineral Resources and Reserves, p. 66.

CIM. 2014. CIM Definition Standards – For Mineral Resources and Mineral Reserves. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, p. 9.

Comisión Minera. 2015. Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves. Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras, p. 49.

JORC. 2012. Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves. The Joint Ore Reserves Committee of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia, p. 44.

Kazrc. 2016. Kazakhstan Code for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves. Kazakhstani Association for Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves, p. 36.

KCMI. 2017. Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves. Indonesian Joint Committee for Mineral Reserves, p. 36.

PERC. 2017. Pan-European Standard for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves Reporting Committee of Turkey, p. 84.

Resources and Reserves. Pan-European Reserves & Resources Reporting Committee, p. 94.

MRC. 2014. Mongolian Code for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (The MRC Code). Mongolian Mineral Resources and Reserves Committee (MRC) of the Mongolian Professional Institute of Geoscience and Mining (Mpigim), p. 40.

NAEN. 2011. Russian Code for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources, Mineral Reserves. National Association for Subsoil Examination, p. 63.

SME. 2017. SME Guide for Reporting Exploration Information, Mineral Resources, and Mineral Reserves. The Resources and Reserves Committee of the Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc., p. 97.

Samrec. 2016. The South African Code for the Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves. The South African Mineral Resource Committee, p. 88.

Umrek. 2018. The National Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves Code of Turkey (The Umrek Code). National Resources and Reserves Reporting Committee of Turkey, p. 84.