

Organizado por:



Programa Internacional
de Buenas Prácticas en
Gestión de Proyectos
Mineros

Conformado por:



Project
Management
Institute.
Antofagasta, Chile



Project
Management
Institute.
Sur Perú

GESTION DE RIESGO EN MINERÍA

REDACCIÓN A CARGO DE:



Ing. Jesús Farias
Director de Farcorp Risk Consulting

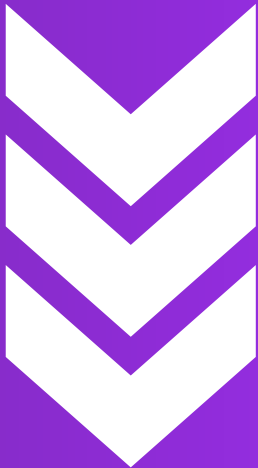


TABLA DE CONTENIDO

03 Introducción

Desafíos y necesidades actuales en proyectos mineros.

04 Gestión de Riesgos en Minería

Importancia de las buenas prácticas en minería.

05 ¿Cómo opera la Gestión de Riesgos en Proyectos?

Definición y proceso de gestión de riesgos.

06 Integración de Gestión de Riesgos en Proyectos Mineros

Gestión de riesgos desde la etapa de Prefactibilidad.

06 Gestión de Riesgos y Análisis Cuantitativo en Proyectos Mineros

Integración de estándares de riesgos en la planificación y costos.

07 Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos Mineros

Evalúa el impacto de los riesgos en costos y plazos utilizando la metodología Monte Carlo.

08 Relación entre Alcance, Incertidumbre y Contingencias

Importancia de la relación entre estos factores.

09 Análisis Cuantitativo de Riesgos y la Optimización de Contingencias

Optimización de contingencias mediante análisis.

10 Desafíos a la Gestión de Riesgos Tradicional

Impacto de la tecnología y digitalización en riesgos.



INTRODUCCIÓN

Durante esta última década, desarrollar y ejecutar proyectos en un entorno de alta incertidumbre económica, política, social e incluso bélica, se ha hecho cada vez más complejo, exigiendo a nivel empresarial la implementación de nuevas tecnologías, estrategias constructivas, logísticas y financieras, como así también, la necesidad de desarrollar nuevas competencias, aptitudes y el adquirir permanentemente herramientas para la gestión del conocimiento en los equipos de proyecto.

Junto con lo anterior, el cambio permanente en las condiciones de entorno local, variables regulatorias, permisos, gestión comunitaria y recursos hídricos, son factores que han incrementado su influencia, y deben entrar en toda ecuación y análisis desde etapas tempranas para el desarrollo de nuevos proyectos, optimizaciones o proyectos operacionales, siendo sin duda alguna, factores que obligan a los responsables y a los equipos de proyecto a tomar un rol más activo, anticipándose a los potenciales impactos que dichos factores de riesgos pudiesen tener en las diferentes etapas de definición y ejecución del proyecto.

Sin embargo, la Industria Minera ha sido pionera en el desarrollo e implementación de metodologías y procesos, adaptando las buenas prácticas de diversas instituciones de referencia mundial en Gestión de Proyecto, como lo es PMI, lo que le ha permitido construir cimientos sólidos y lograr un alto grado de madurez en la gestión y control de proyectos de alta complejidad.



GESTIÓN DE RIESGOS EN MINERÍA

La Industria Minera sigue siendo un referente internacional en la implementación y funcionamiento de buenas prácticas y herramientas de gestión de proyectos, contribuyendo, además al desarrollo y actualización de los mismos, como input fundamental para la mejora continua en la planificación de proyectos, estimación y control de costos, como de su integración con el resto de procesos de gestión, tales como; control de cambios, compras y contratos, entre otros.

No obstante, es relevante mencionar que estos últimos años la gestión de riesgos ha tomado mayor visibilidad y se ha desarrollado más bibliografía e investigación al respecto, no obstante, dentro de la Industria Minera, la Gestión de Riesgos lleva décadas siendo un sistema que trabaja de forma silenciosa, y transversal, aportando y facilitando con información determinante para la toma de decisiones en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos.



Proyecto Tía María (Perú)

Southern Copper modificó el Estudio de Impacto Ambiental sin consultar a comunidades agrícolas de Arequipa, eliminando un mineroducto y omitiendo análisis hidrogeológicos independientes. Las protestas violentas desde 2019 resultaron en 15 heridos y la pérdida de US\$1,400 millones en inversión. Mongabay resaltó que el conflicto reflejó la "mala gestión de licencia social", con un 91% de conflictos mineros en Perú vinculados a recursos hídricos 511.

Fuente: Mongabay. (2024). Conflicto hídrico en Tía María: Cuando la minería ignora a las comunidades.

¿CÓMO OPERA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS?

Podríamos definir la Gestión de Riesgos como la serie de actividades, acciones y procesos coordinados que deben identificar, analizar, evaluar, y planificar acciones de forma anticipada, para evitar el impacto de potenciales desviaciones sobre procesos, actividades u objetivos del proyecto, como también, trabajar sobre el impacto de la incertidumbre de dichas desviaciones, como a su vez, minimizar la probabilidad de su ocurrencia.

La Gestión de Riesgos es un sistema que debe facilitar la obtención de datos e información crítica para la toma de decisiones, por lo que debe ser implementado de forma transversal en el proyecto, involucrando a todas las áreas, lo que aportará con una visión holística sobre los riesgos u oportunidades que se identifiquen.

Una vez que los riesgos son identificados por el equipo de proyecto, estos deben analizarse, para ello, y dependiendo de diferentes variables, tales como; tiempo, recursos, herramientas, calidad y disponibilidad de información, herramientas, experiencia y conocimiento del equipo, se podrá efectuar por medio de análisis Cualitativo, Cuantitativo, o ambos.



Mina San José (Chile)

Minera San Esteban omitió protocolos de monitoreo geotécnico con radar SSR, utilizando metodologías obsoletas. Esto causó el colapso de 2010, atrapando a 33 mineros a 700 metros bajo tierra durante 70 días. Sernageomin reveló que solo el 40% de las minas subterráneas cumplían con las normas de fortificación en 2023, lo que impulsó la Ley 20.551 para monitoreo en tiempo real.

Fuente : GroundProbe. (2025). Factores que contribuyen a muertes en minería: Estudio de caso Mina San José.

INTEGRACIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS MINEROS

La Gestión de Riesgos en Proyectos Mineros es considerada desde la etapa de Perfil o Prefactibilidad, por lo que, ante la identificación de variables críticas de riesgo, es posible realizar de forma anticipada los cambios necesarios para ajustar y alinear los objetivos del proyecto con respecto a los requerimientos de evaluación y aprobación en las diferentes etapas del ciclo de vida (por ejemplo, evaluación por portales (gates) según requerimientos FEL).

Desde la Gestión de Riesgos es posible gatillar modificaciones necesarias a la Planificación del Proyecto, definir la estrategia contractual o de compras, seleccionar contratistas o proveedores alineada a la estrategia contractual, determinar la constructibilidad definitiva del proyecto con relación a nivel de riesgos geotécnicos, ambientales o logísticos, de esta manera, disminuir los eventos que aportan incertidumbre al proyecto.

GESTIÓN DE RIESGOS Y ANÁLISIS CUANTITATIVO EN PROYECTOS MINEROS

La mayoría de las compañías mineras (Owners) cuentan con estándares propios para la gestión de riesgos, cuyos requerimientos son traspasados a empresas colaboradoras (contratistas y proveedores), que, con el tiempo, han debido considerar dentro de sus propios procesos a modo de estar alineados a los requerimientos de las Mineras.

Pese a que la gestión de riesgos opera de forma multidisciplinaria, los resultados de sus análisis deben ser estratégicamente incorporados dentro de la Planificación del Proyecto, como también, dentro del alcance y supuestos para la realizar una correcta Estimación de Costos (Presupuesto). Para ello, es necesario contar con métodos avanzados de análisis de riesgos, y aquí entra el Análisis Cuantitativo de Riesgos.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS EN PROYECTOS MINEROS

El Análisis Cuantitativo de Riesgos es una interpretación matemática que determina principalmente los impactos potenciales de los riesgos materiales en el costo y cronograma del proyecto. Dicho en otras palabras, el Análisis Cuantitativo de Riesgos facilita la interpretación de cuánto dinero y tiempo "extra" se podría requerir para abordar los factores de riesgo que se espera que ejerzan presión sobre el presupuesto y el cronograma base del proyecto. En resumen, las áreas donde se tiene una mayor visualización del efecto de los riesgos son dentro de la Planificación y el Presupuesto estimado para el proyecto.

Las Compañías Mineras, como las principales Compañías EPC/EPCM de la Industria, cuentan con estándares para la realización e interpretación de análisis de riesgos cuantitativos, basados en la metodología Monte Carlo, una de las pocas metodologías validadas globalmente por los referentes en gestión de proyectos para ser aplicada a proyectos de inversión para la determinación de Contingencias, según el grado de definición del alcance del proyecto.



Cluster Antofagasta (Chile)

Cinco mineras compartieron cadenas de suministro sin rutas alternas o inventarios de contingencia, generando un 78% de probabilidad de sobrecostos no mitigados. Según Miebach Consulting, esto elevó costos operativos en 41% y afectó tres proyectos de litio. Panorama Minero destacó que solo el 50% de las empresas mitiga riesgos logísticos eficientemente.

Fuente : Villalta, J. (2024). Análisis: Gestión de riesgo en la cadena de suministro minero. Panorama Minero.

RELACIÓN ENTRE ALCANCE, INCERTIDUMBRE Y CONTINGENCIAS EN PROYECTOS MINEROS

Nos hacemos la siguiente pregunta: ¿Por qué es tan relevante para las Compañías Mineras conocer la relación entre alcance, incertidumbre y contingencias?

El ciclo de vida de un proyecto puede iniciar con un estudio de Perfil, luego avanzar a Prefactibilidad, Factibilidad (Ingeniería Básica), y luego ser aprobado para su ejecución, desarrollando la Ingeniería de Detalle para su posterior construcción. En las etapas iniciales del estudio, a medida que el proyecto recopila antecedentes, desarrolla estudios técnicos, gestiona permisos, identifica riesgos; el proyecto va incrementando progresivamente su nivel de diseño, y por defecto, su alcance en cada etapa. Sin embargo, tanto el alcance definido, como los supuestos técnicos que se deberán tomar, serán la base para la realización de los primeros Estimados de Costos y elaboración de Cronogramas del Proyecto. Sin embargo, las indefiniciones naturales cada etapa, aportarán con un grado de incertidumbre a la estimación de costos/cronograma, es por ello, que en cada etapa se debe realizar un análisis de riesgos que permita cuantificar los efectos e impactos de dicha incertidumbre, y compensar las posibles omisiones y efectos de riesgos dentro de la estimación, en la forma de Contingencia, y, por ende, esto tendrá un efecto en el Presupuesto y Plazo final del proyecto para cada etapa.



Proyecto Michiquillay (Perú)

Newmont incumplió acuerdos sociales clave, como la creación del Fondo Social Michiquillay, retrasando siete años el inicio de operaciones. Esto implicó un costo de oportunidad de 225,000 TMC de cobre anuales. Gestión reportó que la desconfianza generada afectó la viabilidad de proyectos brownfield en Cajamarca, evidenciando integrar compromisos comunitarios en la gestión de riesgos.

Fuente : Gestión. (2025). Michiquillay: El costo de incumplir promesas sociales.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS Y LA OPTIMIZACIÓN DE CONTINGENCIAS EN PROYECTOS MINEROS

El Análisis Cuantitativo de Riesgos aporta los antecedentes suficientes para contribuir en la evaluación del proyecto en cada una de las etapas del ciclo de vida, esto, por ser un método que combina datos confiables, análisis de juicio experto, y herramientas estadísticas para la elaboración de modelos que permitirán determinar la probabilidad de cumplir con la estimación o plazo estimado, y a su vez, estimar los montos o plazos “extras” necesarios para atender imprevistos-previstos del proyecto en Contingencias o Reservas.

La Contingencia es una reserva de costo o plazo para compensar el efecto de las incertidumbres propias de cada proyecto, y estas son inversamente proporcional al grado de definición del alcance de un proyecto. Es decir, A mayor definición del alcance, menor la incertidumbre, menor el grado de riesgos, menor es la contingencia necesaria para compensar imprevistos-previstos del proyecto, por consecuencia, optimización de la estimación de costos con un nivel de precisión mayor.



Proyecto Arqueros (Chile)

La evaluación técnica usó un modelo determinista que ignoró la volatilidad de costos energéticos y precios del cobre, sobrestimando el VAN en US\$15.36 millones. La falta de análisis probabilístico (ej. simulaciones Montecarlo) llevó a la cancelación en 2022. La Universidad de Chile destacó en su repositorio que el 60% de proyectos cancelados en Coquimbo subestiman variables financieras.

Fuente : Universidad de Chile. (2022). Riesgos financieros en minería: Lecciones del proyecto Arqueros. Repositorio Uchile.

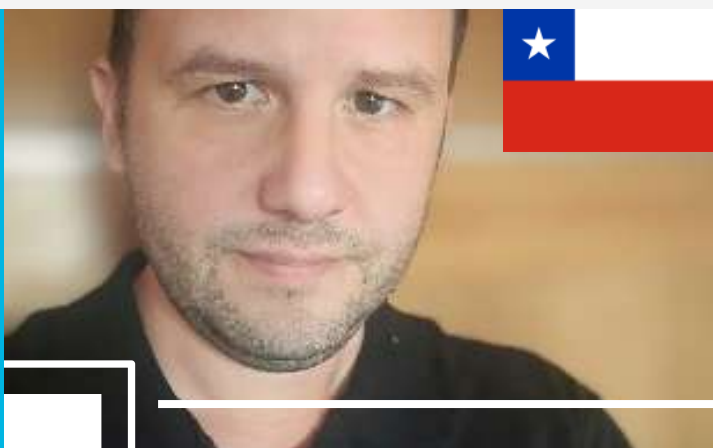
DESAFÍOS A LA GESTIÓN DE RIESGOS TRADICIONAL

Como se ha mencionado anteriormente, la última década nos ha dejado claro que los cambios ocurren con un mayor nivel de impacto e influencia, en períodos de tiempo menores, y la globalización ha hecho que dichos cambios tengan efectos inmediatos en las actividades de corto, mediano y largo plazo en la gestión de proyecto.

También, nuevas variables y factores surgen con las nuevas tecnologías asociadas a equipos, maquinarias, y herramientas, mejorando la eficiencia y eficacia de procesos y operaciones constructivas, debiendo evaluar nuevos riesgos asociados a la incertidumbre de hacer las cosas de forma diferente en terreno.

Otro factor importante es la evolución natural de la Gestión de Riesgos mediante el uso de Inteligencia Artificial, automatizando y mejorando la calidad de la obtención, análisis y evaluación de riesgos, lo que facilitará la toma de decisiones en proyecto, siendo un factor clave para eliminar la subjetividad de los análisis debido al sesgo humano, lo que deberá replantear la forma en que se implementará y ejecutará la gestión de riesgos en las organizaciones.

No cabe duda que la Industria Minera ya se encuentra en una etapa importante de transformación digital de sus procesos y herramientas de gestión, donde la gestión de riesgos jugará un rol importante en los análisis predictivos para la correcta gestión y control de cambios en proyectos, optimización de cronogramas, y lograr estimación de costos con un nivel de precisión alineado con el nivel de definición de alcance y diseño de los proyectos.



INFORMACIÓN DE CONTACTO:

Ing. Jesús Farías Lillo

Director de FARCORP Risk Consulting y FARCORP
Academia e-risk Learning

Correo electrónico: j.farias@farcorp.cl

Página web: www.farcorp.cl

Organizado por:



Programa Internacional
de Buenas Prácticas en
Gestión de Proyectos
Mineros



“ Suceden cosas buenas
cuando te involucras
con PMI ”

¡SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES!

