UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
Departamento de Ingeniería Comercial

Plan Estratégico de inserción de Mercado y Gestión Operacional para el Posicionamiento de una PYME de Arriendo de Plataformas de Elevación (PEMP) en la Gran Minería Chilena - Caso aplicado: José Toledo Equipos y transportes EIRL.

Ignacio Alonso Vernal González
INGENIERÍA COMERCIAL
Junio 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): **X** Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Plan Estratégico de inserción de Mercado y Gestión Operacional para el Posicionamiento de una PYME de Arriendo de Plataformas de Elevación (PEMP) en la Gran Minería Chilena - Caso aplicado: José Toledo Equipos y transportes EIRL.

Nombre del candidato(a): Ignacio Alonso Vernal González

Carrera / Grado: Ingeniería Comercial

Campus: Vitacura **Departamento:** Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Felipe Hernández Contreras, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

X El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

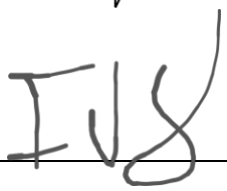
Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 09-11-2026 **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 09-11-2026 **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Departamento de Ingeniería Comercial

Plan Estratégico de inserción de Mercado y Gestión Operacional para el Posicionamiento de una PYME de Arriendo de Plataformas de Elevación (PEMP) en la Gran Minería Chilena - Caso aplicado: José Toledo Equipos y transportes EIRL

Tesis presentada por

Ignacio Alonso Vernal González

Como requisito para optar al Título de

INGENIERO COMERCIAL

Director de Tesis: **Felipe Francisco Hernández Contreras**
Junio 2026

TITULO DE TESIS:

“Plan Estratégico de inserción de Mercado y Gestión Operacional para el Posicionamiento de una PYME de Arriendo de Plataformas de Elevación (PEMP) en la Gran Minería Chilena - Caso aplicado: José Toledo Equipos y transportes EIRL”

AUTOR: **Ignacio Alonso Vernal González**

TRABAJO DE TESIS, Presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Ingeniero Comercial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones:

_____
_____
_____

Felipe Francisco Hernádez Contreras

Director de tesis

Correferente

Santiago, Junio 2026

Todo el contenido, análisis, conclusiones
y opiniones vertidas en este estudio son
de mi exclusiva responsabilidad

Nombre: Ignacio Vernal González

Fecha: Junio 2026

AGRADECIMIENTOS

Llegar a esta etapa de cierre de mi periodo universitario significa mucho, sin duda no lo pude haber logrado sin el apoyo incondicional de muchas personas a lo largo de todo el trayecto tanto antes como durante mi estancia en la universidad. En primera instancia los pilares fundamentales, mi madre Patricia, hermanos José Antonio y Vicente, y en especial a mis abuelos Violeta y Guillermo que me recibieron con la mejor disposición de amor, apoyo y enseñanzas de la vida durante mi periodo en la universidad. Este logro y sacrificio es tanto de ellos como mío. Los amo con todo mi corazón.

No puedo dejar de mencionar a mi segunda familia, Toledo Savignones. En primer lugar a mi polola Antonia que estuvo a mi lado desde siempre, dándome amor y apoyo incondicional. A mis queridos suegros Yanira y José, siempre con la mejor voluntad para ayudarme, esta tesis es dedicada a la empresa de José Toledo Ávila con mucho cariño.

La permanencia en la universidad fue totalmente fraterna, hice muy buenos amigos con los que espero mantenerme en contacto hasta la muerte. Obviando a todos los que llevo, menciono honoríficamente a Agustín Oyarce, Vicente Arriagada, Catalina Godoy y Vicente Ruiz. Su apoyo y cariño lo percibo de manera intrínseca y real.

Un cariño y agradecimiento profundamente especial a mis amigos de toda la vida: Angelo Galvan, Benjamín Ávalos y Vicente Rodríguez. Desde los años de colegio hasta el día de hoy, han sido mucho más que amigos; se han transformado en los hermanos que la vida me regaló para transitar este camino. Agradezco infinitamente cada uno de sus consejos, su guía oportuna y esa lealtad inquebrantable que demostraron al permanecer siempre firmes a mi lado, celebrando en los momentos buenos y sosteniéndome en los días más difíciles de este proceso. Este logro también les pertenece. Real Hasta La Muerte.

RESUMEN EJECUTIVO

El mercado de arriendo de equipos de elevación industrial en Chile presenta altos niveles de atomización y competencia en el segmento urbano, lo que suele empujar a las empresas del rubro a un ciclo de contracción de márgenes y mantenimiento reactivo. Romper esta dinámica exige la migración hacia nichos industriales de alto valor agregado, como la gran minería subterránea. Sin embargo, el ingreso a este sector impone severas barreras de entrada asociadas a rigurosos estándares de seguridad, continuidad operacional y altas exigencias de inversión inicial, factores que limitan el crecimiento de las firmas si no se abordan mediante una planificación financiera y operativa estructurada.

Esta tesis expone el diseño estratégico, operativo y económico para el despliegue de una flota Greenfield de 15 plataformas elevadoras móviles de personal en faenas de subsuelo. Frente a las condiciones ambientales hostiles del entorno, la propuesta plantea una reingeniería en la gestión de activos, transitando hacia un modelo de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) con soporte técnico permanente en terreno bajo régimen de turnos 7x7. Este esquema operativo permite alcanzar de forma sustentable la tasa de ocupación del 90% exigida contractualmente, asegurando los niveles de disponibilidad y homologación técnica que demanda el mandante minero.

La evaluación financiera ratifica que, si bien la expansión es intrínsecamente rentable, la adopción de una estructura de capital optimizada con un 60% de deuda bancaria maximiza la creación de valor para la empresa. El aprovechamiento del escudo fiscal de los intereses eleva el VAN a $373.176.532, sitúa la TIR en un 69% y contrae el periodo de recuperación del capital propio a 1,41 años. El modelo propuesto demuestra ser una herramienta robusta y resiliente ante escenarios de estrés de mercado, requiriendo el compromiso estratégico de la administración en el control de costos y la disciplina financiera para asegurar la sostenibilidad del negocio en el largo plazo.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN **9**

1. ORIGEN **10**

2. OBJETIVO GENERAL **11**

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS **12**

4. ALCANCE **12**

5. ESTADO DEL ARTE **13**

5.1. Contexto de la minería en Chile y el mercado de servicios. *13*

5.2 . Marco Teórico del Estado del Arte *21*

5.3. ¿Qué sabe la ciencia hoy y cómo ha sido tratado el tema? *29*

5.4. Estado actual del tema y tendencias en la industria *31*

5.5. Conceptos Fundamentales y Modelos Similares *34*

6. PROPUESTA METODOLÓGICA **36**

6.1. Alcance Científico y Tipo de Estudio *36*

6.2. Etapas de resolución del estudio *37*

7. PROPUESTA METODOLÓGICA **40**

8. APLICACIÓN METODOLÓGICA **43**

8.1 Contexto Macroeconómico de Chile 2020–2025 y su Impacto sobre el Sector Constructor *44*

8 2. FASE II: ANÁLISIS DE BRECHAS, ESTÁNDARES Y REQUISITOS DE HOMOLOGACIÓN MINERA 65

8.3. FASE III: MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS (ISO 55000) Y CICLO DE VIDA OPERACIONAL DE LA FLOTA *92*

8.4. FASE IV: Evaluación Económica y Análisis de Apalancamiento *107*

9. RESULTADOS **114**

9.1. Conclusión de la Evaluación Económica *114*

9.2. Análisis de Sensibilidad y Resiliencia Financiera del Proyecto *115*

9.3. Análisis de Sensibilidad Unidimensional *116*

9.4. Sensibilidad ante variaciones en la tasa de ocupación *116*

9.5. Sensibilidad ante variaciones en la tarifa diaria de arriendo *117*

9.6. Sensibilidad ante incrementos en los costos operativos (OPEX y GAV) *118*

9.7. Análisis de Escenarios Multidimensional (Matriz de Estrés Financiero) *119*

9.8. Conclusión Definitiva de la Evaluación Económica *121*

10. CONCLUSIONES **122**

Bibliografía **131**

Tabla de Tablas

Tabla 1: Contraste sistemático entre la situación actual de la empresa bajo el modelo de arriendo urbano y las exigencias que impone la operación minera 72
Tabla 2: Homologación obligatoria equipos en minería 80
Tabla 3: Realidad urbana actual de la empresa vs Estándar de la operación minera 86
Tabla 4: Cierre de Brechas e Imputación Financiera 88
Tabla 5: Cuadro de mando operacional (dashboard HSEC-Mantención) 104
Tabla 6: Flujo de caja del proyecto puro (CLP) 109
Tabla 7: Flujo de caja del inversionista financiado al 60% (CLP) 111
Tabla 8: Comparativa de indicadores financieros entre escenarios 112
Tabla 9: Matriz de escenarios y rentabilidad del inversionista apalancado 119

Tabla de Gráficos

Gráfico 1: Participación por clase de actividad económica, series empalmadas, referencia 2013 14
Gráfico 2: Evolución de la tasa de fatalidad, años 2000-2024 22
Gráfico 3: Cantidad de accidentes por año distribuidos en empresas y contratistas. 24

Tabla de Diagramas

Diagrama 1: Flujo de las etapas definidas para la elaboración del estudio 42
Diagrama 2: Ciclo de vida operacional de la flota Greenfield 95
Diagrama 3: Ciclos de mantenimiento preventivo estructurados por horómetro 98
Diagrama 4: Organigrama de la unidad de expansión minera 105

INTRODUCCIÓN

Este estudio permitirá analizar al sector de arriendo de maquinaria de elevación desde la perspectiva de la vulnerabilidad operativa y financiera que enfrentan las empresas al intentar ingresar a la gran minería subterránea. Se evaluará cómo la fuerte contracción de márgenes en el mercado urbano tradicional y las estrictas barreras de homologación técnica imponen un límite crítico al crecimiento y desarrollo de los proveedores locales.

Se analizarán también las problemáticas operacionales de este nicho, tales como el desgaste acelerado de los activos debido a las condiciones ambientales extremas de subsuelo y el riesgo de insolvencia provocado por estructuras de capital ineficientes. El fin es determinar cómo la ausencia de modelos de confiabilidad afecta directamente la disponibilidad técnica de los equipos y la estabilidad patrimonial de la firma.

Una vez expuesto el problema, se diseñará una estrategia integral que mitigue estas brechas mediante la implementación de un modelo operativo basado en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y una estructura de financiamiento óptima con un 60% de deuda bancaria. Finalmente, se presentarán los resultados económicos reales de esta propuesta aplicada al despliegue sustentable de una flota de 15 plataformas elevadoras en faenas mineras chilenas.

1. ORIGEN

El presente estudio se origina a partir de la necesidad de explorar nuevas oportunidades de crecimiento y desarrollo para la empresa “José Toledo: Equipos y transportes EIRL”, la cual es una PYME chilena perteneciente al sector terciario de servicios, dedicada al arriendo de plataformas de elevación (PEMP) y maquinaria liviana. Actualmente, cuenta con una flota de 14 equipos de prestigiosas marcas tales como Genie, JLG, Snorkel y Haulotte, las cuales prestan servicios generalmente a constructoras, empresas de climatización, supermercados y contratistas urbanos. Tras años de trayectoria en el arriendo de maquinaria para el sector industrial y de construcción, enfocando su oferta principalmente en el mercado urbano; resulta pertinente analizar de qué manera el negocio podría diversificarse hacia sectores de mayor envergadura, como lo es la gran minería chilena, la cual presenta una demanda constante de servicios especializados asociados a trabajos de altura y mantención de instalaciones, siendo así una oportunidad estratégica para desarrollar y gestionar un plan de penetración y posicionamiento que facilite la entrada de estos servicios al sector minero.

De esta manera, la idea de ampliar la presencia de la empresa en el sector minero se fundamenta principalmente en la relevancia de dicha área dentro de la economía chilena, pues tal como señala la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) la minería representó el 11,6% del PIB nacional durante el tercer trimestre del 2025, siendo así uno de los principales motores productivos del país, generando una amplia red de encadenamientos económicos que involucran diversos proveedores, bienes y servicios. En este escenario, se estima por medio de un estudio de la Alianza CCM-Eleva (2023) que la industria minera requerirá de 34.009 nuevos trabajadores entre el año 2023-2032 reflejando el crecimiento sostenido de la industria; a su vez, el estudio indica que ha existido un “aumento en la proporción de trabajadores contratistas alcanzando a representar un 68% del empleo en las empresas mineras (...) llegando a la razón de 2,1 trabajadores de dotación contratistas por cada trabajador de dotación interna” (p.7), lo que expresa que la actividad minera

depende fundamentalmente de empresas externas proveedoras de servicios, abriendo fuertemente posibilidades y oportunidades para PYMES. Asimismo, se señala que “aumentó la proporción de trabajadores en el grupo de mantenedores/as y disminuyeron los profesionales en las empresas proveedoras” (p.7), lo que refleja la importancia de la mantención industrial dentro de este espacio, siendo pertinente para empresas que ofrecen servicios destinados a trabajo en altura ya que dentro de las operaciones se pueden encontrar tareas como reparaciones, limpieza industrial, inspecciones, entre otras que requieren de soluciones seguras y eficientes para acceder a zonas de difícil alcance, siendo un puerta de entrada para incorporar las PEMP como un recurso técnico que contribuye la seguridad laboral, la productividad y la continuidad de procesos.

En consecuencia, es necesario diseñar un plan estratégico de penetración y posicionamiento para PYMES de PEMP tal como “José Toledo: Equipos y transportes EIRL” en el sector minero, considerando no sólo la magnitud económica de la industria minera, sino también las tendencias laborales y operacionales que demandan un mayor número de proveedores capaces de ofrecer soluciones especializadas. Bajo este contexto, la presente investigación se orienta a analizar las condiciones actuales del mercado minero, evaluar la viabilidad de entrada para una PYME de arriendo de plataformas de elevación y proponer lineamientos estratégicos que permitan su integración progresiva a las cadenas de valor del sector.

2. OBJETIVO GENERAL

Estructurar y validar un modelo de inserción estratégica y gestión operacional enfocado en la gran minería para la empresa José Toledo EIRL.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los estándares técnicos y administrativos de la gran minería que permitan validar las brechas de cumplimiento de la empresa y la potencialidad de su inserción en el mercado.
- Identificar y evaluar los modelos de gestión y normativas de seguridad vigentes en el sector para poder desarrollar un estándar de servicio propio.
- Estructurar y validar el nuevo modelo de gestión que permita optimizar el posicionamiento y la rentabilidad, aplicándolo en el caso de José Toledo EIRL.

4. ALCANCE

Este estudio se centra en la realidad de las pymes chilenas que prestan servicios de arriendo de plataformas de elevación (PEMP), analizando específicamente su capacidad de integrarse como proveedores en la gran minería nacional. El rango de acción del trabajo abarca a las empresas de este nicho técnico, independientemente de su ubicación geográfica, que buscan profesionalizar su oferta para cumplir con las altas exigencias de este motor económico.

En cuanto a la profundidad de la investigación, el enfoque inicial será de carácter **correlacional y explicativo**. El objetivo es entender la relación directa entre los obstáculos operativos que enfrentan estas pequeñas empresas hoy y los estándares obligatorios de la industria minera, explicando por qué existe una brecha de productividad y cómo un modelo de gestión adecuado puede transformarla en una oportunidad real de crecimiento.

El alcance temporal del estudio será de 5 años hacia atrás, es decir, se considerarán estados financieros desde el 2020 al 2025.

Finalmente, al proponer una solución estratégica que hoy no es habitual para microempresas del rubro, el alcance del estudio será **exploratorio**. Se investigarán nuevas metodologías de gestión operativa aplicadas directamente al caso de **José**

Toledo EIRL, con el fin de que los resultados obtenidos en este diagnóstico y propuesta de valor no solo beneficien a la empresa familiar, sino que también puedan servir como una guía aplicable para otras organizaciones de características similares en el mercado.

5. ESTADO DEL ARTE

5.1. Contexto de la minería en Chile y el mercado de servicios.

- 5.1.1 Aporte al PIB y estabilidad económica.

En el contexto económico nacional, la industria minera no representa simplemente un sector extractivo, sino que constituye el eje estructural sobre el cual se asienta la estabilidad financiera de Chile. A diferencia de otras naciones de la región, Chile ha consolidado un modelo donde la minería actúa como un regulador de los ciclos económicos, aportando de manera histórica un promedio que oscila entre el **10% y el 15% del Producto Interno Bruto (PIB)** de forma directa. Sin embargo, esta cifra es solo la superficie de un fenómeno más complejo: si se consideran los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante (servicios, logística, energía y comercio), el aporte total de la minería —sumando efectos indirectos e inducidos— puede alcanzar hasta el **20% del PIB total del país** (Cochilco, 2024).

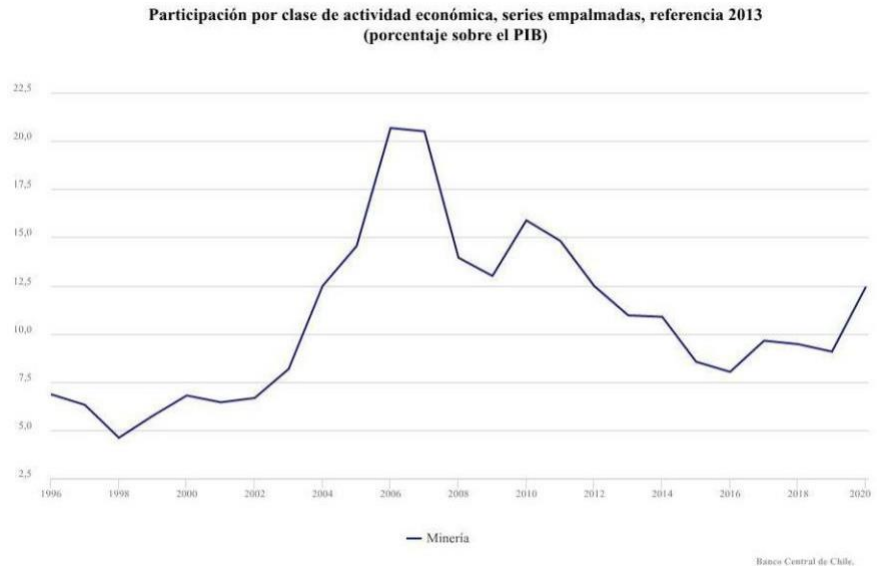
La relevancia de este aporte radica en su capacidad de generar divisas y atraer Inversión Extranjera Directa (IED), donde el sector minero suele capturar cerca del **33% de los flujos de inversión** que ingresan al territorio nacional. Esta inyección de capital no solo financia la balanza de pagos, sino que otorga una estabilidad al tipo de cambio que beneficia la importación de bienes de capital para otros sectores productivos. Por si no fuera suficiente esa importancia, el aporte fiscal derivado de la minería, a través de tributos específicos (Royalty minero) e impuestos a la renta, representa una fuente crítica para el financiamiento de políticas públicas y programas sociales, permitiendo que el Estado mantenga una disciplina fiscal reconocida a nivel internacional.

Los criterios para analizar la estabilidad económica que provee la minería en Chile se resumen en su rol contracíclico y su peso en las exportaciones. En el gráfico

(1) se presenta un resumen del impacto sectorial, donde se observa que el **55% de las exportaciones totales de Chile** corresponden a productos mineros (principalmente cobre), el **12% de la recaudación fiscal total** proviene de excedentes de CODELCO e impuestos de la minería privada, y el **14% de la inversión pública anual** depende directamente de la variabilidad del precio del metal rojo en los mercados internacionales (Banco Central de Chile, 2023).

La minería en Chile ha logrado posicionarse en Chile como un pilar fundamental para el Producto Interno Bruto (PIB) a través del tiempo. En el gráfico (1) continuación se demostrará el aumento:

Gráfico 1: Participación por clase de actividad económica, series empalmadas, referencia 2013.



Fuente: Banco Central de Chile, Base de Datos Estadísticos, 2013.

Chile concentra un amplio territorio disponible para detonar y extraer metales. Según Sernageomin la superficie concesionada corresponde desde el 35% al 45% del paño nacional entre lo que abarca exploración y explotación efectiva. La cifra suena tormentosa pero la realidad es que la industria minera ha explotado realmente menos del 10% de la zona en cuestión. Así lo menciona el Ministerio de Minería en su informe de concesiones 2022.

- 5.1.2 Ecosistema de proveedores y externalización de labores.

Una parte muy importante para el desarrollo de este estudio es comprender en su totalidad cómo funciona el ecosistema de los proveedores insertos en la industria minera. Hoy en día este entorno económico se conforma por una amplia red de empresas y otros actores que suministran bienes, servicios, procesos y soluciones especializadas a las faenas mineras, considerándose como parte vital en el funcionamiento continuo y eficiente de las operaciones de toda la cadena extractiva.

Para entender de manera integral este ecosistema es necesario revisar los procedimientos internos que regulan la relación entre las empresas que componen la industria minera y los proveedores, componiéndose de procesos de homologación de flota y servicios, contratación y evaluación de desempeño. Para efectos de abarcar todo lo necesario también se deben considerar los permisos y certificaciones que la industria exige, entendiendo que esto puede variar según su área de operación y normativa vigente en el país.

No se debe dejar de considerar protocolos de seguridad, medioambiente y calidad de servicio, ya que forman parte del eje central en la operación de un proveedor que quiera mantenerse activo en la industria. Los estándares aplicados por los abastecedores de servicios deben responder a la International Organization for Standardization, específicamente a la norma ISO 16368 (2014) que especifica los requisitos de seguridad y medidas preventivas en plataformas elevadoras móviles de trabajo, y a lo exigido por cada empresa extractora de metales. Posteriormente se verá la participación que el ecosistema de proveedores externos ocupan en la industria, en dos ámbitos específicos: económico y operacional. Midiendo el impacto y relevancia que tienen para la competencia y sostenibilidad del rubro minero en Chile.

Modelo Outsourcing

Entendido como una decisión que toma una empresa de externalizar actividades internas y responsabilidades a proveedores externos, logrando relaciones contractuales para la producción de bienes y servicios. El objetivo de esto es centrarse en las competencias centrales del negocio. Los beneficios de este modelo principalmente son la reducción de costos laborales, infraestructura y operación; otro punto importante es que al contratar proveedores externos especializados en cada área se pueden lograr mejor la eficacia, productividad y resultados de la operación.

Bajo este modelo no es todo bueno, muchas veces se potencia una pérdida de control importante debido a que la dependencia al proveedor es muy alta, resulta ser difícil de cambiar, los costos de salida son muy altos. La desventaja más importante es el impacto laboral y organizacional que la externalización genera, se consumen muchos puestos de trabajos en distintas áreas de la organización.

Según la información expuesta en la plataforma del Sistema de Calificación de Empresas Proveedoras (SICEP) existen alrededor de **3.800 proveedores** registrados en el 2026 en la industria minera, distribuidos entre equipos, Tecnología y Servicios (METS) lo que constituye el principal agente de especialización e innovación dentro de la industria extractiva chilena. Más que un simple soporte operativo, este ecosistema funciona como un clúster económico sofisticado que permite a las compañías mineras externalizar riesgos y capturar eficiencias fuera de su núcleo de negocio, evolucionando desde la subcontratación de labores simples hacia una integración profunda en la arquitectura de procesos de la operación.

Para comprender su complejidad, es útil distinguir tres categorías de proveedores según su posición en la cadena de valor. En primer lugar, los “Original Equipment Manufacturer” (OEM) como Komatsu o Caterpillar, quienes han transitado desde la venta de maquinaria hacia la garantía de disponibilidad mecánica a través de contratos Maintenance and Repair Contract (MARC)los cuales, según lo señalado

por Codelco, consisten en un servicio de mantenimiento integral de los equipos por parte del proponente (2017), traspasando la incertidumbre del mantenimiento al proveedor y permitiendo que la minera planifique su producción con mayor certeza. En segundo lugar, las empresas de ingeniería y consultoría, que actúan como arquitectos del sistema, diseñando y optimizando la infraestructura crítica e integrando tecnologías de automatización y control remoto en los flujos de trabajo existentes. Finalmente, los proveedores locales de nicho, concentrados principalmente en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, que aportan flexibilidad operacional y respuesta rápida ante requerimientos urgentes que los grandes OEMs no pueden atender eficientemente, cumpliendo además un rol relevante en la legitimidad social de las operaciones.

La evolución de este ecosistema puede leerse como un proceso de madurez en tres fases: desde el soporte básico a equipos importados, pasando por la especialización en soluciones para desafíos propios de la minería chilena, hasta alcanzar la exportación de servicios de ingeniería, software y tecnología a mercados como Perú, Australia y Canadá. Este último estadio es especialmente relevante desde una perspectiva comercial, pues implica que Chile ha logrado construir una base de valor económico basada en conocimiento y propiedad intelectual, independiente de la volatilidad del precio del cobre.

Externalización

La principal ventaja de la externalización es que permite que los costos fijos se transformen en costos variables, ya que el modelo de negocios permite contratar servicios o bienes acorde al nivel de producción y las necesidades operativas correspondientes a cada periodo que atraviesa la empresa. Explicado de otra manera, la diferencia entre ambos modelos se resume en que cuando la firma extractora de metales tiene control sobre todas sus áreas debe cumplir con las exigencias económicas y operativas que estas áreas necesitan para mantenerse, independiente de la demanda del rubro. El modelo de externalización permite que

las empresas deriven esa carga a los externos quienes deben asumir la responsabilidad de gestionar sus recursos de manera eficiente.

Esto sirve para situaciones en que el precio del cobre disminuye y la producción tiende a la baja, la empresa extractora ajusta sus costos operativos de manera proporcional, evitando acumular equipos o activos ociosos y servicios innecesarios, recortando gastos en el corto plazo en mantenimiento de maquinaria costosa y estructuras sobredimensionadas (personal en faena). En base a esta información, se puede deducir que este mecanismo permite que durante ciclos económicos bajos prolongados se cuide la viabilidad operacional y financiera de la organización, gracias a su gran capacidad de reaccionar ante los cambios impredecibles del entorno macroeconómico.

La externalización no sólo representa una eficiencia operacional de la empresa, sino también una manera de mitigar los riesgos asociados a periodos de baja producción. Cuando una empresa logra distribuir la exposición a la volatilidad entre sus proveedores, constituye una base de costos más ágil y capaz de afrontar la adversidad, aumentando su competitividad a lo largo de las distintas fases del ciclo minero chileno.

La disminución constante y sostenida de las leyes de mineral en la minera chilena, entendiéndose como una baja en la cantidad de metal valioso por roca (medido de manera porcentual), ha derivado en aumento significativo del volumen de material a procesar para obtener la cantidad de cobre que demanda el rubro, este fenómeno conocido como “la caída de la ley del mineral” representa un gran desafío estructural que enfrenta la industria en Chile. Cuando se decide operar en una zona y se empieza a explotar, poco a poco deben ir expandiéndose hacia los lados y más abajo para obtener el mismo material que antes encontraban a menor profundidad, esto eleva en gran medida los costos unitarios en la producción.

5.1.3 La demanda de Servicios de Mantención y el futuro del sector.

Bajo esto es que los equipos tanto de extracción, transporte y procesamiento del mineral están sometidos a mayor intensidad y presión durante periodos de tiempo extensos, fomentando el desgaste y tendencias a la falla por sobrecarga. Este contexto es el que da una real competitividad entre las empresa mineras, quien tenga mayor capacidad para responder con equipos operativos al 100% sin fallas es el que va a tener tendencias de rentabilidad positivas en sus operaciones.

Una falla de un equipo o en cualquier parte de la cadena productiva de la faena implica grandes pérdidas monetarias (miles de millones), puesto que los costos están medidos de manera precisa debido a los altos costos absorbidos por falta de metal valioso en la materia prima.

La situación descrita anteriormente fomenta de manera exponencial la necesidad de externalizar los equipos y servicios de mantenimiento a proveedores especializados; empresas dedicadas en áreas específicas tienen una capacidad resolutiva más amplia frente a las fallas e imprevistos, acortando considerablemente el tiempo y pérdidas de producción. De este modo, la externalización llega como un componente clave para mitigar escenarios inciertos y repetitivos de la economía chilena acompañado de la tendencia a la baja en la ley de mineral.

La misión de las empresas externas es tener un programa de mantenimiento robusto que permita prevenir fallas, optimizar el rendimiento de los activos en todo su ciclo de vida productiva y evitar por completo la detención del equipo en faena. Para lograr este programa de mantenimiento sólido, es necesario acudir a toda la tecnología disponible como sensores muy especializados que se dedican a medir condiciones, horas de uso de cada pieza, tendencias de falla y monitoreo remoto. Cabe destacar que estos sensores utilizados tienen por objetivo mitigar costos mayores en potenciales fallas de los equipos.

La gestión moderna de los servicios de la minería.

En la gestión moderna de los servicios para la minería se observa un cambio en los protocolos tradicionales de contratación de personal basado en horas hombre (HH), hacía un modelo que se rige por resultado mediante indicadores de desempeño (KPI) y por niveles de disponibilidad. En el método del sistema tradicional, el proveedor obtenía recompensa por tiempo y los recursos utilizados pero sin considerar los resultados reales de esa operación, generando un desincentivo importante en las empresas externas. El nuevo modelo propone por defecto que los intereses y objetivos del proveedor se alinean perfectamente con los de la operación minera, incrementando la eficiencia y continuidad operacional.

Esto quiere decir que en la práctica el proveedor debe cumplir con metas como tiempos de mantenimiento bajos, disponibilidad de técnicos, entre otros. La importancia que tiene esta herramienta de externalización es el traspaso de gran parte del riesgo operacional hacia el proveedor, obligando a mantener un estándar acorde a la industria y ser altamente competitivo frente a los distintos ciclos del rubro minero en Chile. Este modelo energiza a la empresa minera y ayuda a la toma de decisiones informada.

Transformación digital en la minería.

La transformación digital a nivel global también ha impactado en la industria minera, se ha impulsado una nueva rama del outsourcing que incluye operaciones de manera remota, es decir, sin necesidad de trabajar en el mismo espacio o lugar de la faena. Generalmente los proveedores que hacen su labor de manera remota lo hacen desde oficinas en Santiago, este punto es clave ya que se ahorran un gran costo de mantener al personal en terreno. Las faenas mineras en gran medida se encuentran bastante alejadas de las ciudades con difícil acceso, elevando el costo operacional y con sí, un factor de riesgo adicional.

El modelo de la externalización ha tenido que mutar en varios escenarios, para la minería se vio en la obligación de no centrarse en la provisión de mano de obra, sino en servicios intensivos de ingeniería con conocimiento y tecnología de punta,

acreditando su valor en la prevención de fallas, optimización de procesos y la toma de decisiones de manera remota. De esta manera, el proveedor toma un rol tecnológico dentro de la industria, basa su propuesta de valor en el uso de herramientas digitales, modelos predictivos y análisis de datos que no necesariamente se pueden desarrollar eficientemente en la faena. Hoy en día, el modelo Outsourcing radica sus cimientos en una lógica sofisticada con presencia física irrelevante, alta eficiencia operativa y soporte continuo las 24 horas.

5.2. Marco Teórico del Estado del Arte

5.2.1 Marco normativo y seguridad minera (Parte I: Legal)

El estudio del marco teórico debe abarcar tanto el entorno de cumplimento como la gestión de riesgos que exige los parámetros desde los cuales opera la eficiencia operativa, condicionado a decisiones del diseño organizacional, estructura de asignación de recursos y los procesos productivos.

En Chile, la minería es el sector económico que lidera los estándares de seguridad en la industria nacional. Esto se da a modo de resultados de años de evolución normativa implementada por las empresas del mismo sector ante accidentes y eventos históricos (caso de los 33 mineros atrapados en la mina San José), sumado a esto la presión internacional por operar bajo los estándares mundiales. Los costos asociados a cumplir con esto son elevados, no negociables y requiere de una inversión constante para mantener en línea la seguridad, trazabilidad de procesos y rendición de cuentas. Comprender el entorno regulatorio actual resulta ser indispensable para analizar con rigor cualquier área de la gestión y estructura de los procesos en la industria minera.

5.2.1.1. Decreto Supremo Número 132 Reglamento de Seguridad Minera

El Decreto Supremo Número 132 promulgado por el Ministerio de Minería en el 2004 y actualmente fiscalizado por SERNAGEOMIN, ente técnico del Estado chileno que tiene por objetivo generar información geológica, regular la propiedad minera y

monitoreo de los riesgos volcánicos. Este reglamento es referido a la principal norma técnica que establece los estándares mínimos que se deben cumplir en la faena, tales como prevención de riesgos, diseño de la estructura de operación, control de procesos y protección de trabajadores. A través del tiempo, se ha ido fortaleciendo el decreto para responder ante accidentes que pudieron ser evitables como el caso antes mencionado. A partir de entonces, el DS Número 132 incrementó las exigencias de reportes continuos, trazabilidad de información y control operacional activo. Las exigencias a través del tiempo generaron una clara disminución en la tasa de fatalidad, así lo demuestra el gráfico (2)

Gráfico 2: Evolución de la tasa de fatalidad, años 2000-2024



Fuente: SERNAGEOMIN, 2025, p.166.

El DS Número 132 además de ocupar el rol de marco regulatorio, establece un estándar que influye en la arquitectura de los procesos de las compañías extractoras. Los requisitos que impone generan impacto y relevancia en el **CAPEX** y **OPEX**, entendiendo la primera como la inversión en infraestructura, sistemas de mantenimiento y equipamiento en seguridad; por otro lado el segundo concepto se refiere a los costos operacionales de mantenimiento, supervisión, capacitación y cumplimiento de la norma. Las empresas mineras deben cumplir con la obligación de la seguridad, es el eje central de toda la cadena y se debe proteger condicionando las decisiones de inversión, planificación y ejecución.

Bajo este contexto, se complejiza la participación de los proveedores en la operación minera, dado que expone un desafío enorme para los ingenieros que se dedican a traducir las exigencias técnicas del decreto en estructuras contractuales eficientes sin afectar directamente la agilidad operacional. Para solventar estas exigencias es necesaria la creación de contratos que consideren cláusulas específicas de seguridad, programas y mecanismos de auditoría externa, definición de responsabilidades totalmente definidas e incentivos forzados de desempeño en línea con la seguridad. Si se implementan estas ramas en el contrato es necesario poder medir el desempeño de cumplimento de cada una de ellas, para lograr esto se hace necesaria la creación de indicadores de desempeño (KPI). La compañía minera al derivar responsabilidades a terceros debe potenciar un rol más de control, gestión contractual y supervisión de los proveedores.

El desafío mayor de las empresas extractoras es cumplir con todo el reglamento exigido, ya que debe ser todo previamente aprobado por el organismo SERNAGEOMIN. Esta aprobación muchas veces toma más tiempo del presupuestado, los procesos de revisión son complicados y rigurosos. Las compañías se ven en la obligación de anticiparse a escenarios, estructurar cronogramas realistas y considerar la burocracia técnica como un factor decisivo para la evaluación de proyectos. El DS Número 132 debe ser considerado con mucha relevancia porque al final es él quien determina la viabilidad de un plan estratégico.

El gráfico (3) demuestra la cantidad de accidentes por año distribuidos entre empresas y contratistas.

Gráfico 3: Cantidad de accidentes por año distribuidos en empresas y contratistas.

AÑO	TOTAL	TIPO DE EMPRESA	
		MANDANTE	CONTRATISTA
2010	3,58	5,67	2,62
2011	3,09	4,73	2,26
2012	2,81	4,20	2,18
2013	2,62	3,86	1,98
2014	2,42	3,80	1,82
2015	2,06	3,14	1,56
2016	2,03	3,23	1,40
2017	1,78	2,64	1,35
2018	1,67	2,33	1,36
2019	1,53	2,24	1,24
2020	1,41	2,10	1,09
2021	1,36	2,05	1,11
2022	1,33	2,14	1,07
2023	1,22	2,16	0,92
2024	1,05	2,06	0,73

Fuente: Sernageomin

Fuente: SERNAGEOMIN, 2025, p.168.

5.2.1.2. Ley N°16.744

La Ley N°16.744 establece el Seguro Social en contra Riesgos de accidentes del trabajo y enfermedad profesionales. En el fondo su creación surge para proteger a los trabajadores tanto dependientes como independientes antes accidentes que necesitan atención médica hasta la recuperación, indemnización o pensión por incapacidad y muerte. El empleador es quien se hace cargo de los costos que esto implica. Las empresas financian este seguro mediante cotizaciones que dependen del riesgo que implique su propio rubro, es por esto que se hace de suma importancia evitar los accidentes.

Los costos asociados a este seguro pueden variar. En el rubro minero tanto empresas como contratistas son evaluados periódicamente en función de su tasa de siniestralidad efectiva. Si la tasa varía positivamente entre un periodo y otro se eleva directamente la cotización; por el contrario si la tasa disminuye los costos de la cotización tienden a la baja. La gestión de riesgos se torna fundamental para la planificación financiera y operativa, es una herramienta determinante en la optimización económica.

La Ley sugiere implementar la gestión de riesgos laborales en los análisis financieros, evaluaciones de proyectos y fundamentalmente en la estructura de costos, admitiendo que una baja tasa de siniestralidad implica mayor inversión para mejorar condiciones laborales pero también impacta positivamente la rentabilidad y sostenibilidad de la operación de un proyecto.

5.2.1.3. Circular N°3345

Esta circular de la Superintendencia de Seguridad Social surge como uno de los instrumentos regulatorios más críticos e intransables de la seguridad laboral en Chile, en particular afecta directamente la continuidad operacional inmediata de las empresas. Esta normativa instaura protocolos que se deben seguir ante accidentes laborales graves y fatales, estos procedimientos deben cumplirse sin ambigüedades. En casos prácticos la aplicación de estos protocolos se salta barreras de la prevención como tal, su importancia trasciende a cómo las organizaciones trazan sus procesos debido a que condiciona directamente la operatividad en eventos críticos que requieren gestionar el riesgo.

Uno de los elementos centrales de la circular es el denominado **protocolo de suspensión**, el cual obliga a la paralización inmediata de la faena o área afectada ante la ocurrencia de un accidente grave. Este tipo de accidente se define bajo criterios técnicos específicos, tales como caídas de altura, amputaciones, atrapamientos o cualquier evento que comprometa de manera severa la integridad del trabajador. La detención de la operación no es opcional ni gradual, sino que debe ejecutarse de forma inmediata, lo que introduce un riesgo significativo para la continuidad del negocio. En industrias como la minería, donde los procesos son altamente interdependientes y los costos de detención son elevados, esta paralización puede generar impactos económicos relevantes, afectando la producción, los compromisos contractuales y la eficiencia global del sistema productivo.

Al igual que la Ley N°16.744, la normativa obliga a incorporar la gestión de crisis como una variable estratégica dentro del diseño organizacional y financiero. Se fomenta la creación una estructura de protocolos de prevención robustos que consideren planes de continuidad operacional, seguros, análisis de riesgo, y estructura de costos que tengan en consideración la paralización de la faena o espacio de trabajo. El impacto en la externalización es sumamente importante, una caída o accidente de un operario del proveedor puede afectar a la compañía minera en ámbitos operativos y legales, lo que obliga a generar incentivos claros que eleven los estándares de seguridad y prevención de accidentes.

5.2.2 Marco técnico chileno para PEMP (Parte II: Técnico)

En la industria minera moderna, la gestión de activos no puede desvincularse de los estándares internacionales que garantizan la interoperabilidad y la seguridad técnica. Para el caso de las **Plataformas Elevadoras Móviles de Personal (PEMP)**, el referente global obligatorio es la norma **ISO 16368**, la cual constituye el pilar sobre el cual se construye la confiabilidad técnica y operacional, abordando la integridad estructural y funcional del equipo desde su concepción y antes de su puesta en servicio.

5.2.2.1. Diseño y Estabilidad (Límites Operativos)

La norma **ISO 16368** establece un marco técnico riguroso para determinar los límites operativos de las PEMP mediante modelos de cálculo que evalúan el comportamiento dinámico y estático de la estructura bajo condiciones de carga combinada.

- **Límites de Viento:** La velocidad máxima de diseño para operaciones al exterior es de **12,5 m/s** (~45 km/h). Las fuerzas de viento actúan de forma horizontal sobre el centro de área del equipo, operadores y materiales. Este límite es dinámico: la velocidad del viento puede aumentar hasta un 50% a los 20 metros de altura debido a efectos de canalización por estructuras a

gran escala. Por ello, es obligatorio medir la velocidad directamente en la plataforma mediante un **anemómetro** de forma continua.

- **Estabilidad en Pendientes:** Las inclinaciones superiores al **33%** se consideran críticas. Fabricantes como *JLG Industries* y *Genie Lift* incorporan sistemas modernos de monitoreo de carga y sensores de inclinación activa que, al aproximarse a los umbrales de vuelco, interrumpen automáticamente el ascenso del mecanismo tijera o pluma.

- **Gestión de Flota en Minería:** Las condiciones ambientales extremas (polvo de sílice, altas temperaturas y vibraciones) aceleran el desgaste de los componentes entre un **20% y un 40%** por sobre los intervalos estándar del fabricante. El plan de mantenimiento preventivo e inspección periódica debe articularse en tres niveles:

    1. Revisión visual perimetral.
    2. Verificaciones pre-operacionales.
    3. Pruebas funcionales bajo parámetros normativos.

- **Dispositivos de Seguridad y Control:** La norma exige la implementación de sistemas de seguridad activa que operan en tiempo real.

- **Sensado de Sobrecarga:** Bloquea la elevación si el peso supera la capacidad nominal.

- **Dispositivos Anti-atrapamiento:** Detienen el movimiento ante obstáculos en zonas de riesgo.

- **Descenso Auxiliar:** Permite la bajada controlada ante fallas del sistema principal de energía.

- **Impacto Estratégico del Riesgo:** La acreditación auditable de estos dispositivos reduce la frecuencia de accidentes críticos, optimiza las primas

de riesgo ante compañías de seguros y mitiga los pasivos legales bajo la severa regulación civil y penal chilena.

- **Protocolos de Inspección y Mantenimiento**: Se exige la ejecución de **pruebas de carga periódicas** y **Ensayos No Destructivos (END)** en soldaduras y articulaciones críticas. Los fabricantes recomiendan intervalos generales de **3 meses o 150 horas de trabajo** (lo que ocurra primero), los cuales deben contraerse en entornos mineros de alta exigencia para proteger el valor residual del activo y optimizar el análisis de su Costo Total de Propiedad (TCO).

5.2.2.2. Decreto Supremo N°594: Entorno Operativo y Salud Laboral

El **Decreto Supremo N°594** del Ministerio de Salud (1999) regula las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo en Chile. En la operación de PEMP mineras, los agentes físicos críticos son el ruido y las vibraciones:

- **Ruido:** El límite máximo permisible para trabajadores sin protección auditiva es de **115 dB(A)** de presión sonora continua equivalente, obligando a las empresas a monitorear la dosis diaria.

- **Vibraciones:** El decreto distingue entre exposición segmentaria (mano-brazo) y global (cuerpo entero). Exige mediciones con transductores especializados en un rango de frecuencias de **5 Hz a 1500 Hz** de forma simultánea en los tres ejes coordenados (x, y, z).

El cumplimiento de este marco previene multas, reduce el ausentismo laboral y blinda al proveedor contra paralizaciones de faena que afecten los KPI contractuales y la continuidad operativa exigida por el mandante.

5.2.2.3. Estándares de Control de Fatalidades (ECF): El Filtro de Clase Mundial

Los **ECF** representan la capa de gestión más exigente y obligatoria en la gran minería chilena para controlar riesgos críticos en trabajos en altura física (sobre **1,80 metros**). El **ECF N°2** estructura sus requerimientos en tres dimensiones:

Este estándar actúa como una barrera de entrada comercial omnipresente: es mandatorio para los procesos de licitación, adquisición y arrendamiento de equipos, transformándose en una ventaja competitiva basada en la excelencia operacional.

5.3. ¿Qué sabe la ciencia hoy y cómo ha sido tratado el tema?

La gestión de equipos críticos mineros ha evolucionado desde un enfoque reactivo hacia la **Gestión de Activos Físicos integrados a la estrategia corporativa**. La literatura científica actual fundamenta esta evolución en tres pilares:

5.3.1. Teoría de la Gestión de Activos Físicos (ISO 55000)

La ciencia moderna define la gestión de activos como el equilibrio óptimo entre costos, riesgos operacionales y desempeño a lo largo de todo el ciclo de vida. La actualización **ISO 55000 (edición 2024)** profundiza en la realización de valor y la gobernanza de datos.

A nivel metodológico, exige que las decisiones técnicas se conecten con las metas de la firma mediante el **Plan Estratégico de Gestión de Activos (SAMP)**. Bajo este enfoque, las decisiones de mantenimiento se evalúan a través del **Costo Total de Propiedad (TCO)**, integrando los costos de adquisición, operación, mantenimiento y disposición final, demostrando que la inversión preventiva es financieramente superior a la reparación por emergencia.

5.3.2. Ingeniería de Confiabilidad y Disponibilidad

Para garantizar el cumplimiento de los KPI en la gran minería, la ingeniería de mantenimiento utiliza tres métricas cuantitativas probabilísticas que validan la eficiencia del proceso:

- **Confiabilidad (R):** Probabilidad de operar sin fallas en un período determinado, medida por el **MTBF** (*Mean Time Between Failures*).
- **Mantenibilidad (M):** Capacidad de restaurar el equipo a condiciones operativas tras una falla, medida por el **MTTR** (*Mean Time To Repair*).

- **Disponibilidad (A):** Relación matemática del desempeño operacional global, expresada formalmente como:

$$A = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

La literatura científica contemporánea demuestra que el desarrollo estratégico debe centrarse en **aumentar el MTBF** mediante el monitoreo de condición y el mantenimiento predictivo. Esto no solo maximiza la disponibilidad contractual de las PEMP, sino que suprime los sobrecostos por fallas catastróficas, optimizando el rendimiento financiero de la flota de subsuelo.

5.3.3. Economía de la Externalización y Costos de Transacción

Desde la perspectiva de la Ingeniería Comercial, la decisión de externalizar el mantenimiento de equipos críticos en la minería ha sido ampliamente analizada a través de la Teoría de los Costos de Transacción, cuyos fundamentos fueron establecidos por Ronald Coase (1937) y posteriormente formalizados por Oliver Williamson (1985). Esta teoría plantea que la frontera entre lo que una empresa decide producir internamente y lo que decide adquirir en el mercado no está determinada únicamente por criterios técnicos, sino por una comparación entre los costos de coordinar actividades dentro de la propia organización y los costos de gestionarlas a través de contratos con terceros. En otras palabras, la pregunta central no es si una empresa es capaz de realizar una actividad, sino si le resulta más eficiente hacerlo internamente o externalizarla.

Aplicada al caso del mantenimiento de PEMP en operaciones mineras, esta lógica explica con precisión por qué las empresas mandantes tienden a externalizar este servicio. Los costos de transacción asociados a gestionar una flota propia son considerables: implican la contratación y retención de técnicos especializados, la mantención de un stock de repuestos certificados, la gestión de las habilitaciones y certificaciones periódicas exigidas por la normativa, y la inversión en capacitación continua del personal. Un proveedor especializado, en cambio, puede distribuir estos costos fijos entre múltiples clientes, desarrollar economías de escala y

acumular un nivel de profesionalismo que difícilmente podría replicarse al interior de una empresa minera cuyo foco estratégico está en la extracción y procesamiento de mineral.

Sin embargo, la teoría también identifica un riesgo inherente a toda relación de externalización: la **asimetría de información**. En el contexto del mantenimiento de equipos, esto se manifiesta cuando el proveedor posee un conocimiento significativamente mayor sobre el estado real del activo que el mandante, lo que puede derivar en comportamientos oportunistas, reportes incompletos o postergación de intervenciones necesarias para reducir costos propios. La literatura académica reconoce este problema como uno de los principales desafíos en la gestión de contratos de servicios, y propone que los mecanismos de acreditación, auditoría técnica y sistemas de monitoreo independiente actúan como herramientas para reducir esta brecha informacional. En ese sentido, los sistemas de homologación y certificación de proveedores que exige la gran minería chilena no son solo requisitos administrativos, sino respuestas concretas a un problema económico identificado por la ciencia: alinear los incentivos del proveedor con los intereses del mandante y garantizar que la información sobre el estado de los activos fluya de manera simétrica y confiable entre ambas partes.

5.4. Estado actual del tema y tendencias en la industria

El lograr analizar el estado actual del mercado de servicios mineros en Chile permite comprender las dinámicas estructurales de la industriales que condicionan a las pequeñas y medianas empresas y a qué desafíos se enfrentan como barrera de entrada.

5.4.1. El mercado de servicios mineros en Chile

El mercado de servicios mineros en Chile se caracteriza por tener un alto nivel de externalización y especialización. Las empresas mandantes han evolucionado hacia modelos operacionales centrados en procesamientos y delegando actividades

como mantención, logística y servicios en altura a proveedores externos, lo cual justifica la externalización y la especialización.

Actualmente, el ecosistema está compuesto por miles de empresas proveedoras, donde plataformas como SICEP y REGIC funcionan como sistemas formales de registro, evaluación y clasificación de estas logrando así el poder cuantificar y fiscalizar las empresas. Estos sistemas no sólo ordenan el mercado, sino que también actúan como mecanismos de selección competitiva, donde factores como historial de seguridad, capacidad técnica, respaldo financiero y cumplimiento normativo determinan la posibilidad de participación en licitaciones.

Para las pymes, esto implica una alta dependencia de dichos sistemas de acreditación, ya que sin ellos resulta prácticamente imposible acceder a contratos con la gran minería. En este contexto, la entrada al mercado no depende únicamente de la calidad del servicio, sino de la capacidad de cumplir con estándares formales que muchas veces exceden la escala operativa de empresas familiares.

5.4.2. Barreras de entrada y procesos de homologación

Uno de los principales desafíos para las pymes es el conjunto de barreras de entrada impuestas por la industria minera, las cuales responden a la necesidad de reducir riesgos operacionales, legales y reputacionales.

Estas barreras pueden agruparse en tres dimensiones:

1. Barreras técnicas: Incluyen el cumplimiento de normativas como ISO 16368, NCh 3192, y estándares internos de las compañías mineras. En el caso de las PEMP, esto implica certificaciones periódicas, mantenimiento documentado y trazabilidad completa del equipo.
2. Barreras de seguridad: Los Estándares de Control de Fatalidades (ECF) representan el filtro más exigente. Su cumplimiento no es opcional y requiere una cultura organizacional orientada a la prevención, capacitación constante y control riguroso de procesos.

3. Barreras administrativas y financieras: Los sistemas de homologación como SICEP y REGIC exigen antecedentes financieros, legales, laborales y operacionales, además de auditorías periódicas. Esto implica costos directos e indirectos que muchas pymes no están en condiciones de asumir sin una planificación estratégica.

En consecuencia, la homologación actúa como un mecanismo de exclusión estructural para empresas que no logran profesionalizar su gestión. Sin embargo, también representa una oportunidad, aquellas pymes que logran superar estas barreras adquieren una ventaja competitiva significativa, ya que se posicionan en un mercado con menor competencia efectiva.

5.4.3 Tendencias: Minería 4.0 y digitalización de activos

La industria minera chilena se encuentra en un proceso acelerado de transformación digital, alineado con el concepto de Minería 4.0. Esta evolución implica la incorporación de tecnologías avanzadas en la gestión de activos, mantenimiento y operación.

Entre las principales tendencias destacan:

La telemetría y monitoreo remoto permiten conocer en tiempo real el estado de los equipos, horas de uso, condiciones operativas y posibles fallas. El mantenimiento predictivo sustituye al modelo preventivo tradicional, anticipando fallas antes de que ocurran, lo que incrementa la disponibilidad y reduce costos. Y el Análisis de datos (Big Data) permite optimizar decisiones de mantenimiento, reemplazo de equipos y planificación operativa.

Para una pyme, la adopción de estas tecnologías no es simplemente una mejora operativa, sino una condición necesaria para competir en el mercado minero moderno. La capacidad de ofrecer servicios basados en datos se está transformando en un diferenciador clave frente a competidores tradicionales.

5.4.4 Sostenibilidad y seguridad como ejes estratégicos

La sostenibilidad y la seguridad se han consolidado como pilares fundamentales en la industria minera, impactando directamente en la gestión de proveedores.

En el ámbito ambiental, existe una creciente presión por reducir la huella de carbono, lo que se traduce en el uso de equipos más eficientes energéticamente, incorporación de tecnologías eléctricas o híbridas y optimización de ciclos operativos.

En paralelo, la seguridad continúa siendo el eje central de la operación minera. La incorporación de tecnologías como sensores de proximidad, sistemas anti-atrapamiento y monitoreo en tiempo real refuerza la prevención de accidentes.

Para las empresas proveedoras de PEMP, esto implica que la propuesta de valor ya no se basa únicamente en disponibilidad de equipos, sino en la capacidad de garantizar operaciones seguras, eficientes y alineadas con estándares ambientales.

5.5. Conceptos Fundamentales y Modelos Similares

En este punto se evalúan las herramientas conceptuales y metodológicas que sustentan el estudio para poder respaldar el modelo aplicable en el caso de José Miguel Toledo EIRL.

5.5.1 Glosario técnico y económico (conceptos clave)

Para efectos de claridad conceptual, se definen los principales términos utilizados en la investigación:

PEMP: Plataformas Elevadoras Móviles de Personal, equipos utilizados para trabajos en altura.
SICEP / REGIC: Sistemas de acreditación de proveedores en minería.
CAPEX: Inversión en activos de largo plazo (compra de equipos, infraestructura).
OPEX: Costos operacionales asociados al funcionamiento del negocio.
Disponibilidad Mecánica: Porcentaje de tiempo en que un equipo se encuentra operativo.

Confiabilidad: Probabilidad de que un equipo funcione sin fallas.
MTBF / MTTR: Indicadores de tiempo entre fallas y tiempo de reparación.
Criticidad de activos: Nivel de impacto que tiene la falla de un equipo en la operación.

Este indicador conecta directamente con los KPI exigidos por la industria minera, siendo un factor crítico en la evaluación de proveedores.

5.5.2 Benchmarking de modelos de gestión

A nivel internacional, países como Australia han desarrollado modelos avanzados de gestión de activos en minería, caracterizados por la integración de sistemas digitales de monitoreo, uso intensivo de mantenimiento predictivo, contratos basados en desempeño (KPI) y una alta profesionalización de proveedores

En Chile, si bien estas prácticas están presentes en la gran minería, existe una brecha significativa en su adopción por parte de las pymes. Esto genera una oportunidad estratégica de adaptar modelos internacionales a una escala operativa menor, manteniendo estándares pero optimizando costos.

5.5.3 Modelos de evaluación estratégica

Para estructurar la propuesta de valor del presente estudio se utilizarán las siguientes herramientas:

- Análisis FODA: Permite identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa en el contexto minero.
- Matriz de riesgos: Evalúa probabilidades e impactos asociados a la operación, especialmente en seguridad y continuidad operacional.

- Evaluación económica de proyectos: Incluye indicadores como VAN, TIR y periodo de recuperación, fundamentales para validar la viabilidad de la inversión en flota, certificaciones y tecnología.

6. PROPUESTA METODOLÓGICA

La comprensión del estudio requiere comprender y avanzar desde el marco teórico hacia una estructura metodológica que permita el análisis de forma correcta la realidad del problema. En el caso de este estudio, la investigación se enfoca en el análisis del sector minero, integrando variables operativas y normativas que inciden en el desempeño de las organizaciones. Se utilizará a su vez un enfoque aplicado, en el cual se combinará el análisis cuantitativo de normativas y estándares de la industria. Esta integración permitirá comprender cómo distintos factores influyen en la productividad y competitividad de las empresas del rubro.

6.1. Alcance Científico y Tipo de Estudio

La investigación se desarrolla bajo un enfoque principalmente descriptivo, ya que su finalidad es caracterizar el estado actual de las variaciones en estudio y su impacto en el contexto minero. A partir de este enfoque se va a construir una base objetiva que permita entender el comportamiento del sector y detectar problemáticas relevantes. Adicionalmente, este estudio se va a estructurar en tres niveles metodológicos que permite profundizar el análisis:

Metodología Correlacional:

Se utilizara para identificar la relación directa entre las brechas operativas actuales como la falta de certificaciones, telemetría o protocolos y el cumplimiento de los estándares obligatorios de la industria minera. El objetivo es medir cómo estas variables influyen en la probabilidad de adjudicación de contratos y en el desempeño general de las empresas.

Metodología Explicativa:

Busca determinar las causas que explican la existencia de brechas de productividad en el modelo actual de la empresa, particularmente al compararlo con las exigencias de la gran minería. Este enfoque no solo describe la situación, sino que profundiza en el por qué, identificando factores que afectan la rentabilidad en entornos de alta exigencia.

Metodología Exploratoria:

Se aplica en la investigación de metodologías de gestión operativa que aún no son ampliamente utilizadas en microempresas del rubro PEMP. A través de este enfoque, se propone una solución estratégica innovadora para una EIRL, con el objetivo de generar un precedente que pueda servir de referencia para organizaciones similares.

6.2. Etapas de resolución del estudio

Fase I: Diagnóstico Histórico y Financiero (Alcance Explicativo)

En esta fase del estudio se constituye el punto de partida del análisis, y tiene como propósito fundamental reconstruir la realidad económica de la empresa durante el período 2020–2025. Para ello, se llevará a cabo una recopilación exhaustiva de facturas de compra y venta, información que servirá como base para elaborar los Estados de Resultados y Balances correspondientes a cada año del período estudiado. Este ejercicio permitirá obtener una visión clara y documentada de la evolución financiera del negocio, identificando tendencias, quiebres y momentos clave que hayan influido en su desempeño a lo largo del tiempo.

Una vez consolidada la información contable, se procederá a clasificar los costos en fijos y variables, herramienta esencial para determinar el punto de equilibrio actual de la empresa en el mercado urbano. Este análisis se extenderá hacia una evaluación individual de la rentabilidad de las 14 máquinas de la flota, en las que destacan equipos de marcas prestigiosas como Genie, JLG, Snorkel y Haulotte, con el objetivo de identificar cuáles de ellas generan el mayor margen de contribución.

De esta forma, la fase diagnóstica no solo entregará una fotografía financiera del pasado, sino que también proporcionará insumos estratégicos para la toma de decisiones futuras en torno a la gestión del activo operacional.

Fase II: Análisis de Brechas y Estándares Mineros (Alcance Correlacional)

Esta fase tiene como objetivo central evaluar el estado técnico actual de la flota de equipos en relación con las exigencias normativas que rigen la operación en la industria minera. Para ello, se realizará una auditoría técnica exhaustiva de cada máquina, contrastando sus condiciones reales con los requisitos establecidos en el **D.S. N°132** y la **NCh 3192**, normativas que regulan la seguridad y las condiciones operacionales mínimas exigidas en faenas mineras. Este proceso permitirá determinar con precisión el nivel de cumplimiento actual del parque de equipos y visibilizar las brechas existentes entre el estándar normativo y la realidad operativa de la empresa.

A partir de los hallazgos de la auditoría, se elaborará una matriz de cumplimiento que permitirá comparar de manera sistemática los requisitos asociados a la obtención de la **"Tarjeta Verde"** minera con el estado real de cada equipo. Esta herramienta será clave para correlacionar la inversión necesaria en materia de seguridad y adecuación técnica con el potencial acceso a contratos mineros de mayor tarifa. De este modo, la fase no sólo cuantifica el esfuerzo económico requerido para alcanzar los estándares exigidos, sino que también establece una relación directa entre el cumplimiento normativo y la mejora en la competitividad comercial de la empresa.

Fase III: Diseño del Modelo de Gestión Operacional (Alcance Exploratorio)

En este nivel se representa la dimensión propositiva y exploratoria del estudio, orientada a estructurar un sistema de gestión de activos que sea funcional, replicable y adaptado a la realidad de una pequeña y mediana empresa. Como

marco de referencia, se adoptará la norma **ISO 55000**, reconocida internacionalmente como el estándar para la gestión de activos físicos, pero cuya aplicación será cuidadosamente ajustada a la escala, recursos y capacidades propias de una PYME del rubro de arriendo de maquinaria elevadora. Este enfoque permitirá dotar a la empresa de una estructura operacional más robusta y profesionalizada, sin perder de vista las limitaciones prácticas del contexto en que opera.

En términos de mecanismos concretos, se diseñarán protocolos de mantenimiento tanto preventivo como predictivo, incorporando tecnología de telemetría para el monitoreo remoto del estado y comportamiento de los equipos en tiempo real. Esta integración tecnológica no sólo optimizará la disponibilidad operativa de la flota, sino que también contribuirá directamente a minimizar el riesgo de accidentes fatales, en estricta concordancia con los lineamientos establecidos en la **Circular N°3345**. El resultado esperado de esta fase es un modelo de gestión operacional documentado, aplicable y alineado con los más altos estándares de seguridad y eficiencia exigidos por la industria minera.

Fase IV: Validación Económica y Simulación de Escenarios

Esta etapa tiene como propósito someter el modelo propuesto a una evaluación financiera rigurosa que permita estimar su viabilidad y rentabilidad en el tiempo. Para ello, se elaborará una proyección de flujos de caja a un horizonte de 5 años, incorporando como variable central la inserción progresiva de la empresa en el mercado minero. Esta proyección considerará los ingresos esperados bajo distintos niveles de penetración del nuevo segmento, así como los costos asociados a la adecuación técnica de los equipos, la certificación normativa y la operación del nuevo modelo de gestión, entregando una visión integral del impacto económico de la transición estratégica planificada.

Complementariamente, se aplicará un análisis de sensibilidad destinado a evaluar la robustez del proyecto frente a variables externas de alta incertidumbre, particularmente las fluctuaciones en el precio del cobre y las variaciones en la tasa de utilización de la flota. Ambos factores inciden de manera directa en los ingresos proyectados y, por ende, en el VAN del proyecto. Este ejercicio, permitirá identificar los escenarios más críticos y favorables, estableciendo umbrales mínimos de operación que resguarden la viabilidad financiera del negocio, y entregando a la dirección de la empresa información concreta para la toma de decisiones estratégicas bajo condiciones de incertidumbre.

7. PROPUESTA METODOLÓGICA

La aplicación metodológica de cada fase se resume en las siguientes tablas, que detallan el objetivo, el procedimiento técnico, las herramientas disciplinares y el resultado esperado de cada etapa.

Fase I — Diagnóstico Histórico y Financiero (alcance explicativo)

Objetivo	Reconstruir la situación financiera de José Toledo EIRL entre 2020 y 2025 y establecer la línea base del diagnóstico.
Procedimiento técnico	Reconstrucción contable a partir de facturas de compra y venta, consolidadas en una base de datos maestra en Excel.
Herramientas	Contabilidad de costos (costos directos vs. GAV) y análisis de márgenes por equipo, sobre las 14 unidades de la flota (Genie, JLG, Snorkel, Haulotte).
Actividades clave	Punto de equilibrio operativo, depreciación acumulada de los activos, análisis del EBITDA histórico.
Resultado esperado	Informe de diagnóstico financiero que justifica la necesidad de migrar hacia un mercado de mayor valor.

Fase II — Análisis de Brechas y Estándares Mineros (alcance correlacional)

Objetivo	Contrastar la realidad técnica y administrativa actual de la empresa con los estándares de "clase mundial" de la gran minería.
Procedimiento técnico	Auditoría dual: inspección técnica de los 14 equipos frente al D.S. 132 y reglamentos de mandantes (Codelco, BHP); revisión de la gestión documental y de mantenimiento de la empresa.
Herramientas	Análisis de brechas, jerarquizadas por criticidad (riesgo de seguridad, habilitación contractual, competitividad); gestión de operaciones aplicada a los Estándares de Control de Fatalidades (ECF).
Actividades clave	Inspección de seguridad de la flota; evaluación de madurez administrativa para plataformas SICEP/REGIC; correlación entre costo de cierre de brechas y aumento de tarifa proyectado.
Resultado esperado	Matriz de brechas priorizada, separando inversión en CAPEX y OPEX.

Fase III — Diseño del Modelo de Gestión Operacional (alcance exploratorio)

Objetivo	Diseñar el nuevo modelo operacional de la empresa para competir en faenas mineras.
Procedimiento técnico	Construcción de un sistema de gestión de activos alineado con ISO 55000, adaptado a la escala de una EIRL.
Herramientas	Ingeniería de procesos (flujogramas de mantenimiento preventivo y predictivo); gestión del cambio organizacional (roles, capacitación, Ley 16.744).
Actividades clave	Diseño del plan RCM orientado a maximizar el MTBF; integración de telemetría para monitoreo remoto; manuales de respuesta ante accidentes graves (Circular 3345).
Resultado esperado	Manual de Gestión Operacional Minera, como nuevo marco de funcionamiento de la empresa.

Fase IV — Validación Económica y Simulación de Escenarios

Objetivo	Probar financieramente la viabilidad del plan de inserción en el mercado minero.
Procedimiento técnico	Modelo financiero proyectado 2026–2030, integrando ingresos, costos operacionales, inversiones de la Fase II y costos de implementación de la Fase III.
Herramientas	Evaluación de proyectos (VAN, TIR, WACC); análisis de riesgo mediante simulación de escenarios de estrés.
Actividades clave	Estimación del WACC; cálculo de VAN, TIR y payback; sensibilización ante caída de ocupación bajo 80% y alza de costos de mantenimiento.
Resultado esperado	Dictamen de viabilidad económica del proyecto.

Por tanto, la arquitectura metodológica queda dividida en 4 fases explicadas a continuación:

Diagrama 1: Flujo de las etapas definidas para la elaboración del estudio.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

Las cuatro fases metodológicas que estructuran esta investigación no constituyen compartimentos aislados, sino que conforman una secuencia lógica y deliberada en la que cada etapa nutre y condiciona a la siguiente. Resulta imposible comprender la magnitud de las brechas normativas sin haber establecido previamente una línea de base financiera sólida; del mismo modo, el diseño de un modelo de gestión operacional pierde sustento si no se apoya en un diagnóstico certero de las deficiencias existentes, y cualquier propuesta de transformación empresarial carece de validez si no es sometida finalmente al escrutinio de los indicadores de rentabilidad. Es precisamente esta interdependencia entre fases lo que otorga coherencia metodológica al conjunto del estudio.

En este sentido, la integración del diagnóstico financiero histórico, la auditoría de brechas bajo el D.S. N°132, el diseño de un modelo de gestión de activos alineado con la ISO 55000 y la validación económica mediante herramientas propias de la evaluación de proyectos, permite asegurar que el plan estratégico propuesto no solo sea técnicamente fundamentado, sino también financieramente sostenible en el tiempo. Cada uno de estos componentes aporta una dimensión analítica distinta pero complementaria, y su articulación responde al rigor metodológico que exige una investigación enmarcada en la disciplina de la Ingeniería Comercial.

De este modo, la transición de José Toledo EIRL desde el mercado urbano hacia el sector minero no se plantea como una apuesta especulativa, sino como una decisión estratégica respaldada por evidencia empírica, análisis normativo y proyección financiera. El objetivo final no es únicamente optimizar el posicionamiento y la rentabilidad de la flota, sino dotar a la empresa de las herramientas conceptuales y operacionales necesarias para competir con sostenibilidad en un mercado de mayor exigencia y mayor valor agregado.

8. APLICACIÓN METODOLÓGICA

8.1 Contexto Macroeconómico de Chile 2020–2025 y su Impacto sobre el Sector Constructor

Entre los años 2020–2025 no fue para Chile un período cualquiera. En apenas cinco años, el país experimentó una pandemia, un sobrecalentamiento económico sin precedentes modernos, una inflación que afectó al poder adquisitivo de los hogares, un ciclo de alzas de tasas que encareció el crédito hasta niveles históricamente altos, y una recuperación lenta y desigual que todavía no logra consolidarse. Entender esta secuencia es fundamental para contextualizar el desempeño de cualquier empresa que operará en sectores ligados a la inversión privada durante ese período.

Todo comenzó en 2020 con el impacto del COVID-19, que contrajo el PIB chileno en un 6%, paralizando la inversión y destruyendo empleo en los sectores más expuestos. La respuesta del Estado fue extraordinaria en su magnitud apoyando los retiros de fondos de pensiones que inyectaron liquidez directa a millones de familias, generando un rebote tan violento como artificial. En 2021, el consumo privado creció un 20,4% y el PIB se expandió un 11,7%, superando los niveles previos tanto a la pandemia como al estallido social de 2019. El problema es que esa demanda chocó contra una oferta que no había logrado recuperarse, disparando la inflación hacia el 8% anual. El Banco Central no tuvo otra salida que actuar con fuerza elevando la Tasa de Política Monetaria hasta 9% en junio de 2022, frenando en seco el crédito, el consumo y la inversión. El enfriamiento fue brusco, en 2023 el PIB apenas creció un 0,2%, en un clima de incertidumbre política, acceso al crédito restringido y confianza empresarial en mínimos. La recuperación llegó, pero de forma gradual y concentrada en sectores exportadores, el PIB creció 2,6% en 2024, traccionado principalmente por las exportaciones mineras, y cerró 2025 con un 2,5% de expansión, sostenido por el consumo de los hogares y el alza de salarios reales, con la inversión creciendo casi exclusivamente en minería y energía.

El sector de la construcción e inmobiliario vivió todo esto de manera amplificada. El auge de liquidez de 2021 generó un entusiasmo transitorio de nuevos proyectos

habitacionales, pero cuando las tasas subieron, la demanda se evaporó. Los créditos hipotecarios pasaron de un 3% en 2019 a más del 5% en 2023, endureciendo las condiciones de acceso al financiamiento y excluyendo a miles de familias del mercado. El resultado fue una acumulación de viviendas sin comprador, al cierre de 2022 existía un stock récord histórico de más de 110.000 unidades disponibles, con velocidades de venta en niveles críticos. Los nuevos proyectos simplemente dejaron de entrar y los permisos de edificación cayeron un 55% en el primer semestre de 2023 respecto al mismo período de 2019, con una contracción del 61% en superficie autorizada sólo en la Región Metropolitana, por lo que las empresas del rubro comenzaron a quebrar. Más de 1.122 solicitudes de liquidación se registraron en los últimos nueve años, con una pérdida equivalente a 144.000 empleos respecto al potencial del sector. La perspectiva hacia adelante no es alentadora ya que los permisos de edificación proyectados para 2025 representan el registro más bajo desde que existe medición, en 2002. La construcción urbana no colapsó por mala gestión ni por falta de demanda estructural de vivienda ya que el déficit habitacional en Chile sigue siendo real y profundo, sino por el impacto combinado de tasas altas, crédito restringido y una sobreoferta heredada de un ciclo de expansión que nunca debió haber sido tan intenso.

8.1.1. Evidencia Empírica de la Vulnerabilidad Cíclica del Mercado Urbano

En relación entre el contexto chileno y las empresas constructoras se observa en el siguiente análisis. En la serie de ingresos de la empresa entre 2020 y 2025 lo primero que llama la atención no es un número en particular, sino el patrón completo, es decir, una montaña rusa que sube con fuerza, cae en picada y vuelve a subir, sin que la empresa haya cambiado sustancialmente lo que hace ni cómo lo hace. Eso, por sí solo, ya dice algo importante; no es un problema de gestión, es un problema de a quién le vendes y de qué depende su actividad.

El mercado spot urbano de arriendo de maquinaria, grúas horquilla, alza hombres, cargadores frontales y retroexcavadoras no tiene vida propia. Su demanda es un

espejo directo de lo que ocurre en la construcción civil cuando hay obras, hay máquinas trabajando pero cuando las obras se detienen, las máquinas quedan paradas. Y la construcción civil, a su vez, depende de las tasas hipotecarias, de los permisos de edificación, de la confianza de los desarrolladores inmobiliarios y, en última instancia, de las decisiones del Banco Central. La empresa, en otras palabras, está atada a una cadena de variables que no controla y que no puede anticipar con precisión.

Los números lo confirman con claridad. En 2021, la empresa en estudio alcanzó ventas por ***$80.912.000***, un salto de ***+44,25%*** respecto al año anterior. Ese resultado no fue el fruto de una mejora competitiva particular, sino fue el eco directo del boom de liquidez generado por los retiros de fondos previsionales, que produjo un breve pero intenso repunte de la industria inmobiliaria en 2021 y aceleró transitoriamente los inicios de obra a nivel nacional. Bajo este contexto, se puede interpretar que la empresa creció porque el mercado creció, no porque hubiera hecho algo distinto.

Lo que vino después fue exactamente el proceso inverso, pero de mayor magnitud y con consecuencias más profundas. El Banco Central, enfrentado a una inflación que se acercaba al 8% anual, producto del excesivo impulso al gasto de 2021, inició un ciclo de alzas de tasas sin precedentes recientes. La Tasa de Política Monetaria llegó al 9% en junio de 2022, destruyendo en cuestión de meses las condiciones que habían sostenido la demanda habitacional. Los créditos hipotecarios pasaron de un 3% en 2019 a más del 5% en 2023, y los bancos comenzaron a exigir mayor pie y mejores puntajes crediticios. Las familias que querían comprar una vivienda, simplemente, ya no podían hacerlo.

El efecto sobre la industria fue devastador. Al cierre de 2022 existían más de 110.000 viviendas disponibles sin vender, un récord histórico, mientras las velocidades de venta caían a niveles críticos. Con ese inventario acumulado, los desarrolladores no tenían ningún incentivo para iniciar nuevos proyectos, los

permisos de edificación cayeron un 55% en el primer semestre de 2023 respecto al mismo período de 2019, con una contracción del 61% en superficie autorizada en la Región Metropolitana. Las constructoras comenzaron a quebrar, más de 1.122 solicitudes de liquidación se presentaron en los últimos nueve años, con una pérdida equivalente a 144.000 empleos respecto al potencial del sector. Y la inversión en viviendas retrocedió un 5,6% durante 2023.

Es exactamente en ese contexto donde hay que leer el resultado más duro que muestra la planilla: en 2023, la facturación de la empresa colapsa un ***-33,32%,*** desplomándose a un piso de ***$50.524.000***. Nadie tomó malas decisiones ni hubo errores de operación ni pérdida de clientes por razones competitivas. Lo que ocurrió es que el piso sobre el que estaba parado el negocio, es decir, la construcción urbana activa simplemente desapareció debajo de los pies.

El rebote de 2025, con ingresos que escalan a ***$83.977.071***, podría leerse como una señal positiva. Pero sería un error interpretarlo como estabilización. Los permisos de edificación proyectados para 2025 representan el registro más bajo desde que existe medición sistemática, en 2002, y la caída en ventas de departamentos acumula más de un 50% respecto a 2018, con proyecciones de ingresos de nuevos proyectos de apenas 7.000 a 8.000 unidades anuales. El alza de ingresos de la empresa probablemente refleja demanda rezagada sobre obras que ya estaban en curso, no una reactivación genuina del *pipeline* de proyectos nuevos. En términos simples, el rebote es real, pero el suelo debajo del negocio sigue siendo frágil.

Lo que este análisis deja en evidencia no es solo volatilidad, también es dependencia estructural de un sector que opera como una ola, es decir, sube fuerte, rompe con violencia y el período entre una cresta y la siguiente es impredecible. Esa imprevisibilidad dificulta la planificación de inversiones, dimensionar equipos o proyectar flujos de caja con algún grado de certeza. El pivotaje hacia la gran minería no es una apuesta de crecimiento, es, antes que nada, una decisión de

supervivencia financiera. El ecosistema minero opera bajo contratos de largo plazo con tarifas fijas y tasas de utilización garantizadas, lo que no significa ganar más necesariamente, significa saber cuánto se va a ganar, algo que el mercado spot urbano, demostró entre 2021 y 2023 que no puede ofrecer.

8.1.2. Cuantificación Financiera del Impacto de la Obsolescencia Operacional (Mantenimiento Reactivo)

Hay un problema que no aparece en el nombre de la empresa, no figura en los contratos con los clientes y no se discute en las reuniones de ventas, pero que silenciosamente ha estado erosionando la rentabilidad del negocio durante años. Ese problema tiene nombre y es una flota envejecida que se mantiene de manera reactiva, es decir, que se repara cuando falla en lugar de ser gestionada para que no falle. Lo que los datos financieros revelan, cuando se leen con atención, es que ese modelo de operación no es solo ineficiente, es económicamente destructivo.

Para entender por qué, hay que partir de un hecho técnico básico. La flota actual está compuesta por 14 equipos, y el 80% de ellos supera la vida útil técnica óptima. Eso no significa que las máquinas estén inoperativas ya que siguen funcionando y siguen generando ingresos pero significa que operan en la zona de la curva de confiabilidad donde las fallas comienzan a volverse frecuentes, impredecibles y costosas. En ingeniería de activos, esto se conoce como la etapa de "desgaste por vejez" dentro de la curva de la bañera ya que los equipos nuevos fallan poco, luego entran a un largo período de operación estable, y finalmente, pasada su vida útil óptima, las fallas comienzan a multiplicarse de forma no lineal. No es que fallen el doble, a veces fallan diez veces más, y en los peores momentos. La flota de esta empresa lleva años operando en esa zona, y los estados financieros lo registran con una precisión incómoda.

El primer lugar donde esto se hace visible es en la evolución del Costo de Ventas Variable. En 2021, el año en que la empresa alcanzó su segundo mayor nivel de

ingresos del período, los costos variables no se comportaron como era de esperar en un negocio en expansión. Lo lógico, en una operación bien gestionada, es que los costos escalen proporcionalmente con los ingresos o incluso menos, aprovechando las economías de operación. Lo que ocurrió fue exactamente lo contrario, el Costo de Ventas Variable explotó hasta los ***$36.412.493***, llevando el Margen EBITDA desde un ***58,64%*** en 2020 hasta un ***42,58%*** en 2021. Dicho de otro modo, la empresa vendió más, pero se quedó con una proporción significativamente menor de cada peso que ingresó. El crecimiento en ventas fue real pero el crecimiento en rentabilidad no.

Esto es lo que en análisis financiero se denomina una trampa de crecimiento sin calidad, la empresa crece en superficie pero se deteriora por dentro. Y la causa no estaba en los precios de mercado, ni en decisiones comerciales equivocadas, ni en una estructura de costos fijos mal dimensionada; estaba en los equipos mismos, que en el momento de mayor exigencia operacional comenzaron a fallar con una frecuencia y un costo que el flujo de caja simplemente no podía absorber sin consecuencias.

El caso más dramático, y el que mejor ilustra la naturaleza del problema, ocurrió en marzo de 2021. Ese mes, la empresa registró ingresos por ***$7.010.000***, una cifra estable y dentro del rango esperado para la época. Pero los costos de reparación se dispararon de forma descontrolada hasta alcanzar los ***$15.552.713***, más del doble de lo que ingresó. El resultado fue un EBITDA mensual negativo de ***-$9.379.713***. En términos concretos, ese mes la empresa no solo no ganó dinero sino que también perdió más de nueve millones de pesos por encima de lo que facturó. Todo lo acumulado durante semanas de trabajo operativo fue consumido en un solo episodio de falla correctiva en equipos que ya no deberían estar soportando la carga operacional que se les exigía.

Es importante detenerse un momento en lo que significa eso desde el punto de vista de la gestión. Una empresa que opera con margen positivo la mayor parte del año

puede ver ese margen completamente eliminado por un único evento de falla no planificada. No hace falta que los equipos fallen todos los meses. Basta con que fallen en el momento equivocado, con la intensidad equivocada, para que un trimestre entero de rentabilidad quede neutralizado. Y eso es precisamente lo que ocurrió en marzo de 2021 no fue una anomalía estadística aislada, fue la expresión más aguda de un patrón estructural que reaparece cada vez que la operación se intensifica.

El patrón se repitió con una lógica casi mecánica en diciembre de 2022. Ese mes, los costos de mantención llegaron a ***$10.890.792*** y el EBITDA cerró nuevamente en terreno negativo, con un déficit de ***-$5.692.792***. Diciembre es, históricamente, uno de los meses de mayor actividad en la construcción urbana, los proyectos buscan cerrar hitos antes del cierre de año, los equipos trabajan más horas, el estrés mecánico se acumula. Es decir, el peor momento posible para que un equipo falle es exactamente cuando más se le necesita. Y un equipo que opera más allá de su vida útil técnica tiene precisamente esa característica, falla bajo presión y no en reposo.

Lo que estos dos eventos tienen en común es que ninguno de los dos pudo haber sido anticipado dentro del modelo de mantenimiento reactivo. En ese esquema, la empresa no sabe cuándo va a fallar un equipo, solo sabe que en algún momento fallará. Esto convierte cada mes de operación en una especie de ruleta financiera: la mayor parte del tiempo sale bien, pero cuando sale mal, el costo es desproporcionado. La empresa no puede presupuestar con certeza sus costos de mantención, no puede comprometer márgenes con clientes basándose en proyecciones confiables, y no puede planificar inversiones a mediano plazo porque nunca sabe cuándo va a necesitar destinar recursos de urgencia a reparaciones correctivas.

El impacto acumulado de este modelo queda registrado con claridad en la evolución del EBITDA a lo largo del período. Los años de alta demanda, que deberían ser los

de mayor rentabilidad, son también los años en que los costos correctivos se disparan con mayor fuerza, porque son los años en que los equipos trabajan más horas y los puntos de falla acumulados finalmente ceden. Hay una cruel ironía en eso: el éxito comercial de la empresa acelera el deterioro de la misma flota que hace posible ese éxito. Es un círculo que se retroalimenta negativamente, y que sólo puede romperse desde afuera, con una decisión estructural de cambiar el modelo de gestión de activos.

Aquí radica uno de los argumentos más sólidos para justificar el pivotaje hacia la gran minería, y no solo en términos de mercado. El sector minero no acepta este modelo de operación. Las compañías mineras de gran escala tienen protocolos de gestión de activos estandarizados internacionalmente, y exigen a sus proveedores de equipos y servicios que operen bajo los mismos estándares. La norma *ISO 55000*, que establece los principios para la gestión sistemática de activos físicos a lo largo de su ciclo de vida, no es una recomendación en el ecosistema minero: es una condición de entrada. Un proveedor que no puede demostrar trazabilidad en el mantenimiento de sus equipos, que no cuenta con planes de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad y que no tiene registros documentados de las intervenciones realizadas sobre cada unidad, simplemente no califica para participar en licitaciones. No importa cuánto tiempo lleve en el mercado ni cuáles sean sus referencias comerciales en la construcción urbana.

Esto significa que la transición hacia la minería no puede ocurrir con la flota actual ni con el modelo operacional actual. No es que sea un inconveniente hacerlo así, es que técnica y contractualmente no sería viable. Y paradójicamente, eso que a primera vista parece una barrera se convierte en el argumento más poderoso de todos si la empresa va a invertir en renovar su flota y en profesionalizar su gestión de activos entonces tiene todo el sentido orientar esa transformación hacia los estándares que abre las puertas al mercado de mayor valor, mayor estabilidad contractual y mayor rentabilidad sostenida del país.

8.1.3. El Colapso de los Escudos Fiscales y la Ineficiencia Tributaria del Año 2025

Hay hallazgos financieros que sorprenden por su magnitud, hay otros que sorprenden porque una vez que se ven, nos damos cuenta de que era inevitable que ocurrieran, estaban escritos en los estados financieros desde años antes, esperando el momento en que todas las variables se alinearan en la dirección equivocada. Este es uno de esos casos, lo que ocurrió en 2025 desde el punto de vista tributario no fue una sorpresa ni un accidente contable, fue la materialización de un proceso que venía desarrollándose silenciosamente desde 2023, y que en el último año del período analizado converge con una coincidencia de factores que transformó la recuperación comercial más fuerte del ciclo en un ejercicio de ineficiencia fiscal sin precedentes para la empresa.

Para entender la magnitud de lo que pasó, hay que partir desde el principio y explicar el concepto que está en el centro de todo este análisis, el escudo fiscal por depreciación.

Cuando una empresa adquiere un activo fijo ese activo no se puede descontar como gasto en el año en que se compra. La norma contable y la tributaria establecen que su costo debe distribuirse a lo largo de su vida útil, reconociendo año a año el desgaste económico del bien. A ese proceso se le llama depreciación, y tiene una consecuencia financiera muy concreta, reduce la utilidad contable sobre la que se calcula el impuesto a pagar. Dicho de otro modo, la depreciación es un gasto que existe en el papel pero que reduce legalmente la base imponible del negocio. Eso es lo que en finanzas corporativas se llama un escudo fiscal, es decir, una protección que, mientras está activa, permite que la empresa retenga más liquidez y pague menos impuestos de lo que pagaría si sus activos no estuvieran depreciándose.

La clave está en él "mientras está activa", porque el escudo fiscal tiene fecha de vencimiento. Cuando un activo termina su vida útil contable queda con valor libro de

un peso y deja de generar cuota de depreciación. En ese momento, el escudo desaparece. Y si la empresa sigue operando con ese mismo activo, generando ingresos con él, pero ya sin la protección contable que ofrecía su depreciación, la utilidad imponible sube y el impuesto sube con ella, aunque no haya cambiado absolutamente nada en la operación real del negocio. Esto es exactamente lo que le ocurrió a esta empresa entre 2023 y 2025, de manera progresiva y luego definitiva.

Durante el período 2020–2022, las cuatro máquinas más modernas de la flota amortizan de forma lineal una cuota anual de ***$3.777.778***. Ese monto se descontaba año a año de la utilidad antes de impuestos, reduciendo la base sobre la que el SII calculaba lo que la empresa debía pagar. Era un mecanismo silencioso pero eficaz ya que cada año, sin que la empresa tuviera que hacer nada más que registrar el gasto contable, ***$3.777.778*** quedaban protegidos del impuesto de primera categoría. A lo largo de tres años, eso representó una protección fiscal acumulada de más de once millones de pesos, liquidez que permaneció dentro del negocio en lugar de salir hacia el fisco.

Pero en 2023 comenzó el proceso que los analistas financieros llaman el acantilado fiscal. Las máquinas fueron completando, de forma escalonada, sus ciclos de vida útil contable de nueve años ante el SII. A medida que cada una llegaba al final de ese plazo, su cuota de depreciación caía a cero y el escudo correspondiente se extinguió. En 2023, la cuota anual consolidada cayó a ***$2.222.222***. En 2024, se contrajo aún más, hasta ***$1.222.222***. La imagen es exacta a la del nombre que se le da al fenómeno, un acantilado. No es una pendiente suave ni una transición gradual que dé tiempo a adaptarse. Es una caída vertical, un escalón hacia abajo, y luego otro, hasta tocar el fondo.

El fondo llegó en 2025. Al comenzar ese año, la depreciación acumulada de toda la flota de 14 equipos alcanzó su límite contable. Cada máquina quedó registrada con un valor libro de un peso por unidad, y la cuota de depreciación del ejercicio

completo cayó a ***$0,00***. El escudo fiscal, que había funcionado como un amortiguador entre los ingresos del negocio y la carga tributaria durante años, desapareció por completo. De un día para otro la Utilidad Antes de Impuestos pasó a ser exactamente idéntica al EBITDA: ***$56.661.609***. No había nada que descontar, no había ningún gasto contable que redujera la base imponible. Todo lo que la empresa generó operacionalmente quedó expuesto, en su totalidad, al impuesto de primera categoría.

Y aquí es donde la coincidencia de factores convierte un problema serio en uno grave, porque el 2025 no solo fue el año en que el escudo fiscal llegó a cero. También fue el año en que la tasa impositiva del régimen *Pro-Pyme* se normaliza en su tope legal del ***25%***. Durante años anteriores, esa tasa había operado en niveles inferiores dentro del esquema de beneficios del régimen, amortiguando parcialmente el efecto de la pérdida progresiva de la depreciación. Pero en 2025 esa ventaja también desapareció. La base imponible llegó a su máximo histórico en el período analizado, y la tasa a la que se le aplicó el impuesto llegó también a su nivel más alto. Las dos variables negativas se alinearon en el mismo año, en el mismo ejercicio, y el resultado fue una factura tributaria que no tiene precedentes en la historia financiera reciente del negocio.

El Impuesto a la Renta saltó desde ***$3.315.933*** en 2024 hasta ***$14.165.402*** en 2025. Son números que, escritos uno al lado del otro, cuesta procesar al primer vistazo. La carga impositiva no creció un 20% ni un 50%. Creció un ***327%*** de un año a otro. En términos de flujo de caja, eso significa que en 2025 la empresa destinó al pago de impuestos más de cuatro veces lo que había destinado el año anterior, sin que hubiera existido algún cambio en la estructura legal del negocio, ninguna reestructuración societaria, ninguna operación extraordinaria. El único cambio fue que los activos terminaron de depreciarse y la tasa llegó a su techo, eso fue suficiente para cuadruplicar la salida de caja hacia el fisco.

Las consecuencias sobre el flujo de caja operativo son igualmente reveladoras. En los años anteriores del período analizado, el Flujo de Caja Operativo era superior a la Utilidad Neta porque la depreciación se sumaba de vuelta al flujo real, la empresa no había desembolsado ese dinero en el período, así que el efectivo disponible era mayor que lo que mostraba la última línea del estado de resultados. Esa diferencia entre utilidad neta y flujo de caja era la holgura de reajuste del negocio, el colchón que permitía cubrir imprevistos, financiar capital de trabajo o acumular reservas sin necesidad de recurrir a deuda. En 2025, esa holgura equivale a cero. Al no haber depreciación que sumar de vuelta, el Flujo de Caja Operativo quedó congelado en el mismo valor que la Utilidad Neta: ***$42.496.206***. Lo que entra es exactamente lo que queda, no hay margen, no hay colchón, no hay espacio para absorber ningún imprevisto sin comprometer la liquidez del negocio.

Es importante dimensionar lo que eso significa en términos prácticos de gestión. Una empresa con flujo de caja operativo ajustado al límite de su utilidad neta no tiene capacidad de autofinanciar inversiones relevantes. Si un equipo falla y requiere una reparación mayor, esa reparación compite directamente con el capital de trabajo. Si un cliente se atrasa en el pago de una factura, la caja se resiente de inmediato. Si surge una oportunidad de negocio que requiere desembolso inicial la empresa no tiene recursos propios para responder con agilidad. La recuperación comercial del 2025 fue real, los ingresos alcanzaron su máximo histórico del período, pero la combinación del agotamiento del escudo fiscal y la tasa máxima dejó al negocio operando sin red de seguridad financiera precisamente en el momento en que más debería estar acumulando reservas para la transformación que viene.

Esto tiene una implicancia estratégica directa que va más allá del diagnóstico tributario. Desde la perspectiva de las finanzas corporativas, la solución al acantilado fiscal no es contable ni legal en su origen: es operacional. La única forma de reconstituir el escudo fiscal es adquirir activos nuevos. Cada peso invertido en maquinaria nueva reinicia el ciclo de depreciación desde cero, generando nuevas

cuotas anuales que vuelven a reducir la base imponible y a proteger la liquidez del negocio frente al impuesto de primera categoría. En términos concretos, si la empresa ejecuta un plan de inversión en plataformas elevadoras de personas de estándar minero el efecto sobre el escudo fiscal sería inmediato y de magnitud significativa. No se trata solo de renovar la flota por razones operacionales, aunque esas razones, como quedó demostrado en el punto anterior, ya son suficientes por sí solas. Se trata de que la inversión en activos nuevos tiene una doble rentabilidad, generar capacidad operativa adicional y simultáneamente reconstruye la protección fiscal que hoy está en cero.

El diseño de ese plan de inversión es precisamente el núcleo de la Fase IV de esta memoria. Y lo que este análisis aporta a esa fase no es solo motivación conceptual. También, aporta la cuantificación exacta del costo de no invertir ***$14.165.402*** pagados al SII en un solo ejercicio, una carga cuatro veces mayor que la del año anterior, sobre ingresos que en términos operacionales fueron los mejores del ciclo. Ese número es el argumento más poderoso que existe para justificar el CAPEX ante cualquier evaluador, banco o socio potencial. No es una proyección optimista ni un escenario hipotético favorable. Es lo que ya ocurrió, registrado en los estados financieros reales del negocio.

8.1.4. Análisis de la Tasa de Ocupación Global de la Flota y Capacidad Ociosa

Para dimensionar con rigor la eficiencia con que la organización está utilizando sus activos fijos bajo el actual modelo comercial urbano, se construyó la Tasa de Ocupación Global de la Flota para el período 2020-2025. El propósito de esta métrica no es contabilizar cuántas máquinas integran el inventario, sino determinar cuántas de ellas, y durante cuánto tiempo, se encuentran efectivamente generando ingresos. La distinción es decisiva en un negocio de arriendo de equipos: el activo no produce valor por el solo hecho de estar disponible, sino únicamente mientras se halla desplegado en faena bajo un contrato vigente. Cada jornada que una plataforma permanece estacionada en patio continúa devengando depreciación, costo financiero del capital inmovilizado, mantención preventiva, primas de seguro

y arriendo de espacio físico, pero no aporta un solo peso a la línea de ingresos. La ocupación, por tanto, es el verdadero termómetro de la salud del negocio.

Sobre esa base se definió un ingreso diario potencial de $425.400 por unidad en un escenario de plena capacidad operativa, esto es, con la totalidad de la flota colocada al 100% durante todo el año. Proyectado sobre los 365 días del ejercicio, dicho supuesto establece un techo de facturación teórica anual de $155.271.000. Este valor opera como frontera de producción y representa el máximo que la estructura actual sería capaz de facturar si no existiera un solo día de inactividad entre contratos. Se trata, por definición, de un límite inalcanzable en la práctica, y es precisamente esa condición la que lo vuelve útil como vara de medición: cualquier brecha entre ese techo y la facturación real corresponde, sin ambigüedad alguna, a capacidad instalada que la empresa está pagando pero no está explotando.

Al contrastar esta frontera con los ingresos reales consolidados de la compañía a lo largo del horizonte analizado, el diagnóstico resulta inequívoco: la empresa arrastra un problema estructural de capacidad ociosa persistente. La tasa de ocupación promedio histórica del período se situó en 43,13%. Dicho de otro modo, durante los últimos seis años la organización ha logrado poner a producir, en promedio, menos de la mitad de su capacidad instalada, manteniendo el resto inmovilizado sin generar retorno alguno. En un sector intensivo en capital como el del arriendo de maquinaria, donde la mayor parte de los costos son fijos y se devengan con independencia del uso, este nivel de subutilización golpea de lleno la rentabilidad: los equipos deben pagarse, asegurarse y mantenerse en su totalidad, pero solo recuperan una fracción de lo que serían capaces de aportar.

El peso real de esa cifra se aprecia con mayor nitidez al traducirla a moneda. Aplicando el mismo techo teórico de $155.271.000, una ocupación de 43,13% equivale a una facturación efectiva del orden de $67.000.000 anuales, lo que implica que cerca de $88.000.000 de potencial de ingreso por ejercicio simplemente no llegan a concretarse. No estamos ante una pérdida contable explícita porque en sí la empresa no registra ese monto como egreso en sus estados financieros, sino

ante algo más silencioso y, a la larga, más dañino: un costo de oportunidad recurrente, un volumen de negocio que la estructura urbana es incapaz de capturar año tras año y que, acumulado a lo largo del horizonte, se traduce en una merma sustantiva en la rentabilidad del capital invertido. Es la capacidad por la que se paga de manera íntegra, porque la máquina ya fue adquirida y debe sostenerse, pero de la que únicamente se recupera una porción.

El comportamiento de la métrica a lo largo del período, además, dista de ser homogéneo, y su lectura completa entrega una conclusión todavía más preocupante. Si se apartan de la serie el año de crisis y los dos ejercicios de mayor bonanza, los años restantes se ordenan en torno a un 40% de ocupación, lo que revela que la banda operativa normal del modelo urbano se ubica apenas en torno a dos quintos de la capacidad instalada. Esto reencuadra por completo el análisis: el mínimo de 2023 no es una anomalía aislada que rompe con una operación sana, sino la intensificación de una debilidad que ya estaba presente en el funcionamiento ordinario del negocio; y los máximos de 2021 y 2025 no reflejan holgura, sino el modelo esforzándose hasta el límite de lo que su naturaleza le permite. El problema, en síntesis, no está en los extremos, está en la línea base.

El desglose anual permite, en este marco, identificar dos hitos que exhiben con particular claridad la fragilidad operacional del esquema vigente. El primero es el suelo operativo de 2023. Ese año la tasa de ocupación se desplomó hasta un mínimo crítico de 32,54%, el registro más bajo de toda la serie. La caída coincide de forma directa con la contracción y paralización de proyectos en el sector constructor urbano, principal demandante de este tipo de equipos en el entorno citadino. Cuando la actividad de la construcción se frena por el alza de las tasas de interés, el encarecimiento de los materiales o la mera incertidumbre que congela las decisiones de inversión, la demanda de plataformas se evapora prácticamente de un trimestre a otro, y el grueso de la flota queda inactivo en patio a la espera de una reactivación que no depende de la empresa. En términos monetarios, esa ocupación de 32,54% se tradujo en una facturación cercana a $50.500.000 frente a un techo

superior a $155.000.000, prácticamente dos de cada tres pesos de capacidad productiva quedaron sin colocar. El episodio deja al descubierto la riesgosa concentración del modelo urbano en un único sector cíclico, cuya desaceleración arrastra de inmediato los resultados de la compañía sin que existan contratos de respaldo capaces de amortiguar el golpe.

El segundo hito es, de manera paradójica, el techo del mercado urbano, y resulta aún más revelador que el suelo. Cabría esperar que en los años de mayor bonanza y aceleración comercial la flota alcanzara niveles de utilización plenos o cercanos a ellos. Sin embargo, incluso en los dos mejores ejercicios de la serie 2021 y 2025, la ocupación real apenas llegó a ***52,11%*** y ***54,08%,*** respectivamente. Es decir, en el punto más alto del ciclo, con el mercado spot funcionando a toda marcha, el modelo de arriendo urbano no consiguió siquiera superar de forma estructural la barrera del 55% de utilización. Este es, probablemente, el hallazgo central del análisis, pues traslada el problema desde el plano coyuntural hacia el plano estructural. El techo del 55% no obedece a una gestión comercial deficiente ni a una demanda insuficiente en esos años; obedece a la naturaleza misma del negocio urbano, sostenido sobre clientes transitorios y contratos de corta duración. Entre el término de un arriendo y el inicio del siguiente, media inevitablemente un tiempo muerto: la máquina debe ser retirada, trasladada, revisada, reacondicionada y vuelta a colocar, y mientras tanto no factura. Cuando ese ciclo se repite decenas de veces al año sobre una demanda atomizada y fragmentada en múltiples clientes pequeños, la suma de esos intervalos vacíos impone un techo difícil de quebrar. Por más que el mercado empuje, la rotación permanente entre contratos breves consume una fracción estable de la capacidad disponible. El negocio urbano, en su mejor versión, sencillamente no da para más.

Llevados al rubro específico del arriendo de Plataformas Elevadoras Móviles de Personal (PEMP), estos resultados dejan de ser un mero diagnóstico para convertirse en el argumento de fondo que valida el Proyecto de Expansión Greenfield, el cual refiere a la creación de nuevas capacidades productivas desde

cero, mediante el desarrollo de infraestructura y operaciones completamente nuevas, sin basarse en activos preexistentes (Dunning, 1988). De esta manera, es que orienta la estrategia a la incorporación de 15 máquinas nuevas hacia la gran minería. La lógica es directa, si la estructura urbana condena a la empresa a un rezago permanente en la utilización de sus activos con un promedio del 43% y un techo infranqueable cercano al 55%, la pregunta estratégica deja de ser cómo arrancarle un punto adicional de ocupación a un modelo que ya tocó su límite, y pasa a ser cómo migrar hacia un segmento donde la dinámica contractual sea estructuralmente distinta. La gran minería ofrece, justamente esa dinámica.

A diferencia de la atomización urbana, las licitaciones mineras operan bajo contratos de largo plazo que no solo aseguran la colocación del equipo durante períodos extendidos, sino que exigen tasas de utilización objetivo de entre 80% y 90% anual. La diferencia es de fondo, no de grado. En la minería el equipo se integra a una faena con continuidad operativa, donde permanece comprometido y produciendo de manera sostenida, lo que elimina casi por completo los tiempos muertos entre contratos que asfixian al modelo urbano; a ello se suma que estos contratos suelen incorporar compromisos de disponibilidad y estándares de servicio que estabilizan los ingresos a lo largo de toda su vigencia. Pasar de un régimen de ocupación del 43% a uno del 80% o 90% no representa una mejora marginal, implica prácticamente duplicar el rendimiento productivo de cada activo, capturando con la misma inversión un volumen de facturación que la operación urbana jamás podría alcanzar por mucho que mejore el ciclo.

Conviene reconocer que la transición no está exenta de exigencias. Operar en la gran minería supone barreras de entrada más altas como certificaciones, estándares de mantenimiento más rigurosos, equipos especialmente acondicionados y una logística más demandante para llegar a faenas remotas que el arriendo urbano no requiere. No obstante, son precisamente la escala, la duración y los niveles de ocupación garantizados de los contratos mineros los que permiten absorber esos mayores costos y, aun así, alcanzar una rentabilidad del capital muy

superior a la que el modelo urbano ofrece en su mejor momento. El mayor requerimiento operativo no es un obstáculo que invalide el proyecto, sino el costo de acceder a un segmento estructuralmente más rentable.

El sentido estratégico de esta transición opera en dos planos de manera simultánea. En lo inmediato, optimiza la productividad del capital invertido: cada peso colocado en una máquina nueva rinde mucho más cuando se despliega sobre contratos que garantizan ocupaciones superiores al 80% que cuando se diluye en la rotación intermitente del arriendo urbano. En lo estructural, blinda el flujo de caja operativo frente a los ciclos recesivos locales. El episodio de 2023 demostró cuán expuesta queda la empresa cuando su resultado pende de un solo sector cíclico; los contratos mineros de largo plazo introducen una base de ingresos estable y predecible que actúa como amortiguador frente a las desaceleraciones de la construcción urbana, reduce la volatilidad de los resultados y le entrega a la operación un piso del que hoy carece.

En definitiva, el análisis de la Tasa de Ocupación Global no describe un problema de gestión susceptible de corregirse con más esfuerzo comercial dentro del mismo modelo, sino un límite estructural inherente al negocio urbano. La evidencia de seis años un promedio histórico de ***43,13%***, un suelo de ***32,54%*** en plena crisis de la construcción y un techo que ni siquiera en los mejores años superó el 55%, converge en una sola conclusión, la maduración del modelo urbano está agotada, y la creación de valor futura pasa por reorientar la flota hacia segmentos de demanda estable y de largo plazo. El Proyecto de Expansión Greenfield hacia la gran minería no constituye, en este contexto, una apuesta de crecimiento más entre otras, sino la respuesta natural y necesaria a una capacidad ociosa que el modelo actual ha demostrado, ejercicio tras ejercicio, ser incapaz de resolver.

8.1.5. Análisis de Apalancamiento Operativo (GAO) y Punto de Equilibrio Operacional

El último vector del diagnóstico financiero de José Toledo EIRL consiste en evaluar su Grado de Apalancamiento Operativo (GAO). En finanzas corporativas, este indicador mide la sensibilidad de la utilidad operativa, medida aquí a través del EBITDA frente a variaciones en los ingresos por ventas. La intuición que lo sustenta es sencilla: mientras mayor sea la proporción de costos fijos dentro de la estructura de una empresa, más expuesta queda su rentabilidad a las oscilaciones del mercado, porque esos costos deben pagarse íntegramente con independencia del nivel de actividad. En los casos extremos, un negocio fuertemente apalancado puede ver cómo una caída moderada en la facturación se traduce en un desplome mucho más profundo de la utilidad. Determinar dónde se sitúa José Toledo EIRL dentro de ese espectro es clave para entender qué tan resiliente es su operación actual y qué cambia con el proyecto de expansión.

El punto de partida es la estructura de costos fijos. Al revisar el comportamiento histórico de los Gastos de Administración y Ventas (GAV), se observa que funcionan como un bloque rígido e inflexible: escalan de $9,9 millones en 2020 a $12,1 millones en 2025 siguiendo su propia inercia, de manera completamente independiente de si las máquinas están arrendadas o detenidas en patio. Este es el componente de la estructura que la empresa no puede contraer cuando el mercado se enfría. A diferencia de los costos variables como combustible, traslados, mantención asociada al uso, que suben y bajan con la actividad, el GAV se mantiene firme tanto en los años de bonanza como en los de crisis, y es justamente esa permanencia la que define el perfil de riesgo operativo del negocio.

La forma más directa de observar este efecto es comparar el año de mayor bonanza (2021) con el de mayor contracción (2023). Entre ambos ejercicios, los ingresos por ventas cayeron un ***37,55%***, retrocediendo desde ***$80,9 millones*** hasta ***$50,5 millones***, en línea con la paralización de los proyectos del sector constructor urbano. El *EBITDA*, por su parte, se contrajo un ***35,31%***, descendiendo de ***$34,4 millones*** a ***$22,2 millones***. El dato relevante está en la relación entre ambas variaciones: la utilidad operativa cayó prácticamente al mismo ritmo que las ventas.

Esto ocurre porque los costos variables sí acompañaron la baja y amortiguaron una parte del golpe, el margen se mantuvo prácticamente estable, pero la rigidez del GAV impidió que la empresa pudiera defenderse mejor recortando su estructura de soporte. En otras palabras, cuando el mercado de la construcción se frena, José Toledo EIRL no tiene cómo proteger su utilidad operativa por la vía de la reducción de costos fijos, y termina absorbiendo la caída de ingresos de forma casi de manera proporcional.

Conviene precisar el alcance de este riesgo. La sensibilidad observada es alta en cuanto a que una contracción de ingresos golpea casi de lleno la utilidad operativa, pero su comportamiento es lineal y no exponencial: el bloque de GAV, si bien rígido, resulta acotado frente a un margen de contribución elevado, de modo que una caída cercana al *38%* en las ventas se traduce en un retroceso del orden del 35% en el EBITDA y no en un derrumbe mayor. El verdadero talón de Aquiles del modelo urbano no es, por tanto, una magnificación desbocada de las pérdidas, sino la suma de dos condiciones que se refuerzan entre sí: una estructura fija que no admite ajuste a la baja y una demanda concentrada en un único sector cíclico. Mientras la construcción marque el ritmo de la facturación y el GAV permanezca inamovible, la rentabilidad seguirá oscilando al compás del ciclo, sin un mecanismo interno que le dé estabilidad.

El segundo ángulo del análisis es el punto de equilibrio operacional, es decir, el nivel mínimo de facturación anual que la empresa necesita para cubrir sus costos variables y su GAV fijo, quedando con un *EBITDA* igual a cero. A lo largo del período, el margen de contribución promedio ponderado se ubicó en torno al 64,8% de las ventas, aunque hacia 2025 alcanzó un nivel notablemente más alto, del ***81,91%***. Tomando como referencia las cifras de cierre de 2025, un GAV de $12.127.392 y ese margen de contribución del 81,91%, el *punto de equilibrio técnico* se sitúa en $14.805.752 de facturación anual. Es el umbral exacto a partir del cual cada peso adicional de venta comienza a transformarse en utilidad operativa.

Cruzado con el análisis de ocupación de la flota, este número resulta especialmente revelador. Sobre un techo de facturación teórica anual de ***$155.271.000***, un punto de equilibrio de ***$14.805.752*** equivale a exigir una tasa de ocupación mínima de apenas ***9,53%*** para no perder dinero en el ejercicio. Dicho de otro modo, a la empresa le basta con mantener cerca de una de cada diez máquinas trabajando para cubrir la totalidad de su estructura. Si se considera que la ocupación promedio histórica fue de 43,13%, queda en evidencia que José Toledo EIRL opera muy por encima de su punto de equilibrio, con un amplio colchón de seguridad. En términos estrictos de *break-even*, el negocio es, hoy por hoy, notablemente sólido.

Esta solidez, sin embargo, tiene un origen muy específico que conviene no perder de vista, la flota está completamente pagada y la empresa no soporta deuda financiera. El bajo punto de equilibrio no proviene de una eficiencia operativa excepcional, sino de la ausencia de cargas de capital. Y allí aparece el riesgo de fondo, que es distinto del riesgo de quebrar. El modelo urbano, con su ocupación promedio inferior al 45% y su elevada capacidad ociosa, no genera el excedente de caja suficiente para enfrentar la obsolescencia técnica de los equipos. Cubrir los costos no es lo mismo que financiar la renovación de la flota, una empresa puede superar con holgura su punto de equilibrio año tras año y, aun así, ir quedando rezagada tecnológicamente porque sus márgenes no alcanzan para reinvertir. Ese es, precisamente, el límite silencioso del modelo actual.

Es en este punto donde el análisis matemático justifica el cambio de perfil que supone el Proyecto de Expansión Greenfield hacia la gran minería. La incorporación de 15 máquinas nuevas elevará de manera significativa el GAV fijo, principalmente por la contratación de un Prevencionista de Riesgos y por las certificaciones que el rubro exige, lo que naturalmente desplazará el punto de equilibrio hacia arriba. No obstante, el riesgo de operar cerca de ese umbral prácticamente se anula, porque los contratos mineros de largo plazo garantizan por base una ocupación de entre 80% y 90%, ubicando los flujos proyectados de forma permanente muy por encima del umbral de rentabilidad. La diferencia estratégica es de fondo, el negocio urbano

es seguro frente al punto de equilibrio, pero incapaz de generar el excedente necesario para renovarse; el negocio minero parte de una estructura de costos mayor, aunque la blinda con ocupaciones contractualmente aseguradas que sí producen el flujo estable y previsible que la compañía requiere para sostener su flota en el tiempo.

8.2. FASE II: ANÁLISIS DE BRECHAS, ESTÁNDARES Y REQUISITOS DE HOMOLOGACIÓN MINERA

8.2.1. Objetivos y Alcance del Análisis de Requisitos

La transición desde un modelo de arriendo spot urbano hacia una expansión corporativa Greenfield en la gran minería obliga a tomarse en serio la ingeniería de requisitos del proyecto. Lo que persigue este apartado es, en el fondo, dejar trazado de manera definitiva el rayado de cancha legal y técnico. Y es que, en la minería chilena, el cumplimiento normativo no admite grises, funciona como una barrera de entrada binaria en la que la empresa califica y entra a competir por contratos de largo plazo, o queda descartada de inmediato en las garitas de control operacional.

Por eso, al evaluar la compra de una flota de 15 Plataformas Elevadoras Móviles de Personal (PEMP) completamente nuevas, la normativa vigente deja de cumplir un rol de diagnóstico correctivo y pasa a ser la base sobre la cual se construyen tanto las fichas técnicas de compra como el diseño de la nueva estructura organizacional de José Toledo EIRL.

8.2.2. Marco Normativo Institucional: D.S. 132, D.S. 594 e ISO 16383

Para asegurar la viabilidad legal y operativa del proyecto de expansión, la operación de las nuevas 15 PEMP debe alinearse bajo un enfoque sistémico de tres niveles normativos: el sectorial-minero, el sanitario-laboral nacional y el estándar de ingeniería internacional.

Marco Normativo, Homologación de Mandantes y Análisis de Brechas

El cumplimiento normativo del proyecto no descansa sobre un único cuerpo legal, sino sobre la articulación de tres marcos que operan en planos distintos y que, en conjunto, conforman la arquitectura regulatoria completa de la iniciativa. El primero es el *Decreto Supremo N° 132*, que rige la seguridad en las faenas mineras; el segundo es el *Decreto Supremo N° 594*, que regula la salud ocupacional de los trabajadores a nivel nacional; y el tercero es la *norma internacional ISO 16368*, que fija los estándares de ingeniería y manufactura de las plataformas. La particularidad del enfoque Greenfield es que estos tres marcos dejan de leerse como una carga correctiva, es decir, como un conjunto de exigencias orientadas a reparar o adaptar maquinaria preexistente, y pasan a constituir el insumo directo con el que se redactarán las fichas técnicas de compra y se diseñará la nueva estructura organizacional de José Toledo EIRL. En lo que sigue se desarrolla cada uno de ellos, se incorpora la capa de homologación que cada compañía mandante añade por sobre el mínimo legal y se sintetiza todo en un análisis de brechas que traduce las exigencias en decisiones concretas de adquisición, contratación y diseño organizacional.

Decreto Supremo N° 132

El primero de estos marcos es el *Decreto Supremo N° 132*, fiscalizado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), que reúne las disposiciones obligatorias destinadas a proteger la vida de los trabajadores y la integridad de la infraestructura en cualquier faena minera del territorio nacional. Sus exigencias inciden sobre tres dimensiones del proyecto, referidas a las competencias del personal, la confiabilidad de los equipos y el control de las energías, y la primera de ellas, regulada en los artículos *40* y *41*, es la acreditación del personal. La norma es categórica: todo operador de equipos pesados o de levante debe contar con una licencia interna de conducción minera, que se obtiene únicamente tras aprobar exámenes teóricos, prácticos y psicotécnicos de carácter riguroso.

Esto implica que José Toledo EIRL no puede sostener su operación sobre operadores informales o habilitados de palabra, como suele ocurrir en el arriendo urbano; el proyecto debe incorporar desde su formulación el costo de capacitar y certificar formalmente a los operarios bajo perfiles acreditados, partida que no es opcional, sino una condición previa para siquiera ingresar a faena. Para cumplir con este punto de responsabilidad es que la empresa opta porque las propias compañías mineras se hagan cargo de estas capacitaciones, es por esto que el contratista brindará el servicio sin el operario incluido.

La segunda dimensión, abordada en los artículos *51* y *52*, se refiere al mantenimiento y la confiabilidad de los equipos. Aquí el decreto es igualmente tajante: prohíbe de manera rotunda operar cualquier máquina cuyos sistemas de seguridad no se encuentren en un 100% de disponibilidad, y obliga a llevar una bitácora de inspección diaria, el famoso checklist, firmado tanto por el operador como por el supervisor. En el caso de una flota completamente nueva, este requisito se acopla de forma natural con la garantía del fabricante, ya que los equipos llegan en condición óptima y con sus respaldos técnicos al día. No obstante, la exigencia obliga a algo más que confiar en esa garantía: impone la necesidad de estructurar un departamento técnico capaz de respaldar digitalmente estos registros y de exhibirlos de manera ordenada ante las auditorías periódicas de SERNAGEOMIN. La trazabilidad documental, en este punto, pesa tanto como el estado mecánico de la máquina.

La tercera dimensión corresponde a los sistemas de bloqueo y control de energías. El reglamento exige que todo equipo mecánico disponga de sistemas de aislamiento de energía, como cortacorrientes que se encuentren accesibles y debidamente señalizados, de modo que cualquier intervención pueda realizarse sin riesgo de activación accidental. A ello, se le suma la obligación de contar con sistemas automáticos de frenado y con limitadores de momento (a veces incorporados de fábrica), dispositivos cuya función es impedir el volcamiento de la plataforma cuando se supera la carga admisible o cuando el terreno presenta un grado de inclinación

excesivo. Para un equipo que eleva personas a varios metros de altura, estos sistemas no son accesorios, pues constituyen la última línea de defensa frente a un accidente potencialmente fatal.

Decreto Supremo N° 594

El segundo marco es el Decreto Supremo N° 594, dependiente del Ministerio de Salud. Si el decreto anterior regula la seguridad del entorno minero, este resguarda la salud ocupacional del trabajador en todo el país, y su relevancia para el proyecto es especialmente alta, porque las faenas donde operarán las plataformas suelen emplazarse en zonas geográficas extremas como la alta cordillera o el desierto de altura, escenarios en los que el propio entorno se transforma en un factor de riesgo. La modificación más importante fue incorporar medidas de protección para los trabajadores que realizan labores de manera intermitente en gran altitud, donde la menor presión atmosférica disminuye la cantidad de oxígeno disponible (hipoxia hipobárica intermitente crónica). Esta incorporación se realizó mediante la modificación del Decreto Supremo N.º 28, donde se indica que toda operación por sobre los 3.000 metros sobre el nivel del mar obliga a un control de salud estricto de los trabajadores expuestos a la baja presión de oxígeno, materializado en exámenes médicos pre-ocupacionales y en exámenes ocupacionales anuales que acrediten la aptitud para desempeñarse en gran altitud geográfica. La consecuencia es directa y debe quedar reflejada en el presupuesto. La empresa tendrá que financiar de forma recurrente estas baterías de exámenes a través de la mutualidad o de clínicas habilitadas, además de gestionar las eventuales restricciones médicas del personal, todo lo cual incrementa el OPEX y el GAV del proyecto, pero como se mencionó anteriormente la idea del proyecto es delegar a los operarios, quienes serían eventualmente los mismos trabajadores de la faena actual.

La segunda disposición de este decreto aborda la exposición a los factores ambientales extremos. El reglamento obliga a mitigar la radiación ultravioleta mediante la entrega de elementos de protección personal específicos, bloqueadores solares indexados y ropa técnica adecuada, y regula además el trabajo bajo estrés

térmico, ya sea el frío severo de las faenas cordilleranas o el calor intenso de las jornadas diurnas en el norte. A esto se añade la fijación de límites permisibles para las vibraciones de cuerpo completo y de extremidades superiores que recibe el operador al manipular el joystick y al permanecer expuesto al funcionamiento del motor de la plataforma, un aspecto que suele subestimarse pero cuyos efectos son acumulativos sobre la salud del trabajador.

La tercera disposición se refiere a los elementos de protección personal críticos para el trabajo en altura. El Decreto Supremo N° *594* establece que todo EPP utilizado en Chile debe contar con la certificación del Instituto de Salud Pública (ISP) o de laboratorios debidamente homologados, requisito que descarta de plano cualquier implemento adquirido sin respaldo. Para el uso de plataformas elevadoras, el elemento más sensible es el arnés de seguridad de cuerpo completo, dotado de doble cola de vida y de amortiguador de impacto el shock absorber, cuya disposición es obligatoria e intransable para cada trabajador que aborde la canastilla. No se trata de una recomendación de buena práctica, sino de una condición sin la cual el ingreso a faena simplemente no se autoriza.

ISO 16368

El tercer marco es la norma internacional ISO 16368, que regula los criterios de diseño, los cálculos de estabilidad, los elementos de seguridad y los métodos de ensayo aplicables a las plataformas elevadoras. La decisión de adquirir 15 unidades nuevas en una sola operación otorga aquí una ventaja competitiva de primer orden, ya que permite exigir el cumplimiento de la norma directamente en la orden de compra de fábrica, en lugar de intentar adaptar a posteriori equipos que nunca fueron concebidos bajo ese estándar. La primera garantía que de ello se desprende, es que las máquinas salgan de la línea de ensamblaje con sistemas de seguridad integrados de fábrica, entre los que destacan los sensores redundantes de células de carga instalados en la canastilla los cuales bloquean automáticamente el movimiento si se supera el peso máximo nominal, y los inclinómetros electrónicos de alta precisión, que impiden la elevación cuando el chasis excede los grados de

nivelación permitidos por el fabricante. La redundancia de estos sensores no es un detalle menor, pues asegura que la falla de un componente no deje al equipo sin protección.

La segunda garantía asociada a esta certificación es la resistencia estructural de los equipos y su correcto comportamiento ante condiciones dinámicas exigentes. Al respaldar las máquinas bajo la ISO 16368, el proveedor asegura y José Toledo EIRL puede, a su vez, asegurar a las compañías mineras que los brazos telescópicos o articulados han sido sometidos a ensayos de fatiga estructural, a pruebas de estabilidad frente a ráfagas de viento severas (habitualmente verificadas hasta los 45 kilómetros por hora), y que cuentan con sistemas de descenso de emergencia manuales e independientes que permiten bajar la canastilla aún ante una falla eléctrica del motor principal. La norma, en consecuencia, no cubre únicamente la operación en condiciones normales, sino también los escenarios de contingencia, que son precisamente los que determinan la diferencia entre un incidente controlado y una tragedia.

La tercera garantía es la trazabilidad del ciclo de vida del activo, aspecto que conecta de forma directa con la fase posterior de la investigación, referida a la gestión de activos bajo la norma *ISO 55000*. Las máquinas nuevas certificadas llegan acompañadas de manuales de mantenimiento preventivo estandarizados, de pautas de inspección basadas en horas de uso conforme a criterios internacionales y de sistemas de telemetría digital integrados desde fábrica. Esta base documental y tecnológica, disponible desde el primer día de operación, evita tener que reconstruir información histórica de manera artesanal y permite implementar una gestión de activos moderna prácticamente sin fricciones.

Ahora bien, los tres marcos anteriores constituyen el piso legal y técnico del proyecto, pero no agotan las exigencias que la empresa deberá satisfacer para operar efectivamente en la gran minería. En la práctica, el filtro que decide quién entra y quién queda fuera no es la normativa estatal por sí sola, sino la

homologación que cada compañía mandante impone a sus empresas contratistas. Codelco, Minera Escondida (BHP), Antofagasta Minerals y Anglo American, por nombrar a los principales actores que administran sus propios procesos de registro y acreditación de proveedores, cuyos estándares son, por regla general, más estrictos que el mínimo legal.

Esta exigencia tiene fundamento normativo en la ***Ley N° 20.123*** sobre trabajo en régimen de subcontratación y en su reglamento, el Decreto Supremo N° 76, que obligan a la empresa principal a contar con un Reglamento Especial para Empresas Contratistas y Subcontratistas y con un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo aplicable a todos quienes ingresan a su faena. Sobre esa base, cada mandante levanta su propia plataforma de acreditación documental, en la que José Toledo EIRL deberá demostrar de forma permanente el cumplimiento de un conjunto de requisitos que habitualmente excede lo que pide la ley: certificación de un sistema de gestión de SST (conjunto de procesos, políticas y medidas estructuradas) usualmente bajo la norma *ISO 45001*, cursos de inducción específicos para cada yacimiento, acreditación individual de los trabajadores, antecedentes de su tasa histórica de accidentabilidad y una nutrida documentación legal, tributaria y previsional mantenida al día.

La consecuencia estratégica es relevante para la formulación del proyecto. Aprobar la homologación de un mandante no es un trámite menor ni instantáneo, pues demanda tiempo, dedicación administrativa y costos asociados a certificaciones y auditorías, todo lo cual debe anticiparse en el cronograma y en el presupuesto antes de poder cotizar siquiera el primer contrato. Más aún, la decisión de a qué mandantes apuntar define el nivel de exigencia que la empresa deberá alcanzar, ya que cada compañía minera mantiene su propio manual de contratistas con criterios particulares. En rigor, es aquí y no solo en los decretos donde se materializa la barrera de entrada binaria descrita al inicio: una empresa puede cumplir cabalmente con el D.S. 132 y el D.S. 594 y, aun así, quedar fuera si no logra acreditarse ante el

mandante. Los requisitos puntuales de cada compañía deben verificarse contra su manual de contratistas vigente, pues varían de un yacimiento a otro.

Establecidos los estándares legales, técnicos y de homologación, corresponde cerrar la fase con el análisis de brechas propiamente tal, esto es, el contraste sistemático entre la situación actual de la empresa bajo el modelo de arriendo urbano y las exigencias que impone la operación minera. Este ejercicio permite identificar, para cada dimensión crítica, la distancia que separa el punto de partida del estándar requerido y la acción concreta necesaria para cerrarla. La siguiente tabla (1) sintetiza dicho análisis.

Tabla 1: Contraste sistemático entre la situación actual de la empresa bajo el modelo de arriendo urbano y las exigencias que impone la operación minera.

Dimensión	**Situación actual (modelo urbano)**	**Exigencia minera**	**Brecha**	**Acción de cierre**
Competencias del operador	Operadores sin licencia minera; habilitación informal.	Licencia interna de conducción minera con exámenes teóricos, prácticos y psicotécnicos (D.S. 132, arts. 40-41).	Personal no acreditado bajo perfiles mineros.	Capacitar y certificar a los operarios; presupuestar licencias e inducciones.
Mantenimiento y trazabilidad	Mantención correctiva; registros en papel o parciales.	Sistemas de seguridad al 100% y bitácora de inspección diaria firmada, auditable por Sernageomin (arts. 51-52).	Sin respaldo documental digital ni área técnica formal.	Crear departamento técnico; implementar checklist digital y trazabilidad de mantenimiento.

Equipos y seguridad de fábrica	Flota usada, sin certificación de diseño bajo norma.	PEMP nuevas certificadas ISO 16368 (células de carga redundantes, inclinómetros, descenso de emergencia).	Equipos actuales no homologables al estándar minero.	Adquirir 15 unidades nuevas exigiendo ISO 16368 en la orden de compra.
Salud ocupacional (altura y ambiente)	Sin protocolos de gran altitud ni control médico específico.	Exámenes de aptitud para faena sobre 3.000 msnm; control de UV, estrés térmico y vibraciones (D.S. 594 / D.S. 28).	Sin vigilancia de salud ocupacional para faena de altura.	Convenio con mutualidad o clínica; exámenes pre-ocupacionales y anuales; reflejar en OPEX/GAV.
Elementos de protección personal	EPP general, no necesariamente certificado para altura.	EPP certificado por el ISP; arnés de cuerpo completo con doble cola de vida y shock absorber por trabajador.	Brecha de certificación y de equipamiento de altura.	Dotar EPP certificado; estandarizar el arnés; controlar stock y recambio.
Homologación y gestión SSO	Sin registro ni acreditación ante mandantes; gestión SSO informal.	Homologación de cada mandante (REECS, D.S. 76) y, habitualmente, sistema de gestión SST tipo ISO 45001.	Empresa no acreditada ni con sistema de gestión certificable.	Iniciar acreditación por mandante objetivo; implementar SGSST (ruta a ISO 45001).

Estructura organizacional	Estructura liviana, sin prevención de riesgos formal.	Prevencionista de Riesgos, Comité Paritario y reglamento interno según dotación (Ley 16.744, D.S. 40 y D.S. 54).	Falta la función de prevención y los órganos paritarios.	Contratar Prevencionista; constituir Comité Paritario y RIOHS; ajustar el organigrama.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Más allá de su valor diagnóstico, esta matriz cumple una función articuladora dentro de la investigación. Por un lado, las acciones de cierre vinculadas a la salud ocupacional, la capacitación, el equipamiento certificado y la contratación del Prevencionista se traducen en partidas de costo que alimentan directamente el GAV y el OPEX utilizados en el diagnóstico financiero de apalancamiento operativo y punto de equilibrio, lo que garantiza la coherencia entre ambos capítulos. Por otro, las dimensiones de homologación y de estructura organizacional constituyen el insumo a partir del cual se justifica el rediseño del organigrama de José Toledo EIRL, dejando establecido que la nueva planta no responde a una preferencia de gestión, sino a una obligación derivada del marco normativo y de las exigencias de los mandantes.

En conjunto, los elementos descritos configuran un mismo sistema de habilitación. El *Decreto Supremo N° 132* garantiza que la operación sea segura dentro de la faena, el *Decreto Supremo N° 594* protege la salud del trabajador frente a las condiciones extremas del entorno, la norma *ISO 16368* asegura que el equipo adquirido cumpla desde su fabricación con los estándares de ingeniería que ambos decretos presuponen, y la homologación de cada mandante eleva todo ello al nivel de exigencia real del negocio. El análisis de brechas, finalmente, ordena estas demandas en un plan de cierre concreto. Para José Toledo EIRL, internalizar esta red completa desde la etapa de formulación no representa un obstáculo, sino la condición misma de viabilidad del proyecto: es lo que separa a una empresa

habilitada para competir por contratos de largo plazo en la gran minería de una que queda detenida en la garita de control operacional. El marco regulatorio y de homologación, en definitiva, deja de ser un costo de cumplimiento para convertirse en la credencial de entrada al negocio.

Implicancias Económico-Estratégicas del Cumplimiento Normativo

El análisis normativo desarrollado no quedaría completo sin revisar su correlato económico, que es, en definitiva, donde el cumplimiento legal se traduce en cifras dentro del modelo financiero del proyecto. El acatamiento de la matriz normativa tridimensional, *Decreto Supremo N° 132, Decreto Supremo N° 594 e ISO 16368*, no es neutro desde el punto de vista de los costos: redefine por completo la estructura de inversión y de gasto del proyecto *Greenfield* de expansión, y lo hace en dos frentes claramente diferenciados.

El primero es el CAPEX inicial. El cumplimiento de los estándares eleva el costo unitario de adquisición de cada una de las 15 máquinas, y lo hace por una razón de fondo: no se está comprando un elevador estándar de uso urbano, sino un equipo concebido para faena minera, que sale de fábrica con sus certificaciones ISO y con los accesorios mineros ya incorporados como pértigas, balizas, sistemas de supresión de incendios y cortacorrientes, entre otros. Cada uno de estos elementos encarece la unidad respecto de un equipo convencional, pero forma parte indivisible del precio de entrada a la industria.

El segundo frente es el OPEX y el GAV proyectados. La normativa obliga a presupuestar de manera permanente los costos asociados a la salud y la seguridad ocupacional, que dejan de ser gastos esporádicos para convertirse en partidas fijas y recurrentes. Entre ellas destacan la contratación de un Prevencionista de Riesgos calificado para gestionar el cumplimiento del D.S. 132, el costo de mantener vigentes las acreditaciones en los portales de proveedores de la industria (SICEP/REGIC), y el financiamiento continuo de los programas de vigilancia médica

que exige el D.S. 594, en particular los exámenes por hipoxia de altura y por exposición a radiación ultravioleta.

Ahora bien, este aparente incremento en los costos de inversión y en la estructura fija no debe leerse como una carga, sino como una decisión estratégica plenamente justificada. Por una parte, el cumplimiento riguroso de la normativa mitiga el riesgo de paralización de faena por accidentes graves, contingencia que en minería acarrea sanciones de cuantía millonaria y la interrupción del flujo de ingresos. Por otra, y de modo más decisivo, es precisamente este estándar el que habilita la captura de contratos de largo plazo y alta rentabilidad, inaccesibles para los competidores que operan bajo la lógica informal del mercado urbano. El mayor costo, en suma, no constituye un sobreprecio, sino la inversión que convierte a la empresa en un actor elegible dentro de un segmento estructuralmente más rentable.

8.2.3. Especificaciones Técnicas y Tecnológicas para la Adquisición de la Nueva Flota (15 PEMP)

La decisión estratégica de abordar la inserción en la gran minería mediante un proyecto de expansión puro, de naturaleza Greenfield, le permite a José Toledo EIRL neutralizar desde el origen los riesgos de obsolescencia técnica y de fallas catastróficas que el diagnóstico histórico dejó en evidencia. Al adquirir una flota de 15 Plataformas Elevadoras Móviles de Personal (PEMP) de última generación, la empresa no hereda equipos que luego deberá adaptar, sino que puede estandarizar sus activos conforme a las exigencias del clúster minero chileno directamente desde la línea de manufactura. Esta diferencia, que podría parecer meramente operativa, tiene una consecuencia económica de primer orden: lo que se incorpora de fábrica se paga una sola vez como inversión y queda certificado de origen, mientras que lo que se adapta a posteriori se traduce en costos recurrentes, detenciones y, con frecuencia, en soluciones que nunca alcanzan del todo el estándar exigido.

Para que esta inversión de capital (CAPEX) opere efectivamente como una barrera competitiva, y no como un simple desembolso, las unidades deben superar con holgura el estándar genérico del rubro de la construcción urbana e incorporar sistemas avanzados que pueden agruparse en cuatro dimensiones tecnológicas. La primera apunta a la seguridad activa y el control de estabilidad en terreno; la segunda, a la protección de la vida del operador dentro de la canastilla; la tercera, a las adaptaciones industriales propias del estándar minero; y la cuarta, a la conectividad digital que convierte a cada máquina en una fuente de datos para la gestión de activos. A continuación se detalla cada una de ellas.

Las faenas mineras plantean desafíos geográficos y topográficos que poco tienen que ver con la obra urbana como terrenos irregulares, pendientes pronunciadas y carpetas de rodado de fricción o adherencia variable. Por ello, la flota debe incorporar instrumentación electrónica redundante para el control de estabilidad. El primer componente son los inclinómetros digitales con bloqueo automático, sensores de nivelación de alta precisión que miden de forma continua los ángulos de inclinación del chasis en sus ejes longitudinal y transversal. El sistema no se limita a advertir: ante la superación de los límites admisibles por el fabricante (habitualmente entre 3° y 5° según el modelo), debe emitir una alarma sonora y, en simultáneo, bloquear automáticamente las funciones de elevación y traslación, impidiendo que el operador prosiga una maniobra que comprometería la estabilidad del equipo.

A este control se suman las células de carga con limitador de momento, sensores de peso integrados bajo el soporte de la plataforma y calibrados conforme a la norma ISO 16368, que calculan en tiempo real la carga combinada de operarios, herramientas y materiales. Si esa carga excede la capacidad nominal del brazo (del orden de 230 o 300 kilogramos según el modelo), el limitador debe congelar de inmediato los movimientos hidráulicos de extensión y descenso, evitando el volcamiento por sobrecarga. El tercer elemento, menos visible pero igualmente crítico, son las válvulas de contrabalance integradas en los propios bloques de los

cilindros hidráulicos de elevación y extensión. Estas válvulas operan como un fusible mecánico de seguridad: ante la rotura imprevista de una manguera de alta presión o una descompresión del sistema, se cierran instantáneamente por presión y mantienen el brazo rígido en su posición, evitando la caída libre de la canastilla. En conjunto, las tres tecnologías configuran una cadena de redundancia en la que ninguna falla individual deja al equipo sin protección.

La segunda dimensión atiende un riesgo distinto, propio del trabajo en altura física dentro de estructuras mineras, tales como montajes industriales, mantenimiento de correas transportadoras o de molienda, donde el operador puede quedar atrapado o aplastado contra vigas, techumbres u otros equipos fijos. Frente a ello, cada una de las 15 canastillas debe venir equipada de fábrica con un sistema secundario de protección anti-aplastamiento, consistente en una barra física sensible o un cable sensor de proximidad dispuesto sobre el panel de control del operador, del tipo de los sistemas homologados como el SkyGuard de JLG o sus equivalentes en otras marcas líderes. Ante una presión involuntaria del cuerpo del operador provocada por un evento de atrapamiento, el sistema debe detener instantáneamente el movimiento del brazo, revertir algunos centímetros la última función ejecutada para liberar la presión y activar una baliza estroboscópica de emergencia que alerte al personal en tierra.

De manera complementaria, la estructura de la canastilla debe contar con puntos de anclaje para arnés ensayados y certificados de fábrica, capaces de resistir las fuerzas de impacto dinámico que exige el D.S. 594, de modo que el arnés con doble cola de vida descrito en el marco normativo tenga dónde fijarse con garantía estructural. El pasamanos perimetral, por su parte, debe incorporar una baranda intermedia y rodapiés de acero de alta resistencia que impidan la caída de herramientas hacia los niveles inferiores, protegiendo así no solo al operador en altura, sino también al personal que circula por el piso de la faena.

La tercera dimensión reconoce que el equipamiento estándar de fábrica de una PEMP urbana resulta sencillamente insuficiente para ingresar a una división minera, por lo que la orden de compra debe incluir, de manera mandataria, una serie de adaptaciones industriales instaladas de origen. La primera es el sistema automatizado de supresión de incendios, dado que los elevadores mineros suelen operar con motores diésel de alta potencia, cada unidad debe contar con un sistema de extinción por polvo químico seco o agente limpio, con sensores térmicos en el compartimento del motor y actuadores manuales accesibles tanto desde el piso como desde la canastilla. A ello se añade, de forma obligatoria, un sistema centralizado de cortacorrientes de batería y motor provisto de una argolla para candado de bloqueo de seguridad, que habilita los procedimientos de aislamiento de energía (Lockout/Tagout) exigidos para cualquier intervención.

La segunda adaptación de este grupo apunta a la visibilidad y el alertamiento en un entorno donde conviven equipos de gran tonelaje. Las unidades deben equiparse con pértigas de fibra de vidrio de alta flexibilidad (de al menos 4,6 metros de altura desde el suelo) rematadas con luces LED, con balizas estroboscópicas ámbar de alta intensidad operativas de forma permanente, y con alarmas de movimiento de frecuencia variable, del tipo de banda ancha o ruido blanco, cuya sonoridad es percibida con mayor claridad por el oído humano en ambientes de alto ruido industrial que las alarmas tonales convencionales. Estos elementos, que en el mercado urbano serían accesorios prescindibles, constituyen en minería una condición para circular dentro de la faena.

La cuarta y última dimensión traslada el proyecto desde la seguridad hacia la inteligencia operativa, en línea con el enfoque de Ingeniería Comercial que orienta este trabajo. Bajo una lógica de gestión moderna de activos, las 15 máquinas nuevas deben comportarse como nodos inteligentes de información, requisito que además resulta determinante para el éxito de la Fase III del informe, referida a la gestión de activos bajo la norma ISO 55000. Para ello, cada unidad debe integrar de fábrica módulos de telemetría satelital o celular que capturan y transmiten en

tiempo real los datos críticos del motor y del sistema hidráulico, entre ello horas de uso, códigos de falla de la unidad de control electrónica, niveles de fluidos, temperatura de operación y geolocalización por GPS. Esta capa tecnológica elimina la incertidumbre operativa y permite planificar los mantenimientos de manera estrictamente preventiva, gatillados por el horómetro automatizado en lugar de por la ocurrencia de una falla.

El segundo componente digital es el control de acceso al arranque, requisito directamente vinculado al cumplimiento del D.S. 132. Las máquinas no deben operar con llaves mecánicas universales, susceptibles de ser manipuladas por personal no autorizado; en su lugar, el arranque debe condicionarse al ingreso de un código numérico individual o a la lectura de una tarjeta RFID corporativa, vinculada de forma exclusiva a la base de datos de operadores que mantengan vigentes su licencia interna minera y sus exámenes pre-ocupacionales. De este modo, la propia máquina verifica la habilitación del trabajador antes de permitir su operación, trasladando el control de cumplimiento desde el registro en papel hacia el equipo mismo.

El conjunto de exigencias descritas se sintetiza en la siguiente tabla (2) de homologación de activos, que vincula cada sistema con su especificación técnica obligatoria, el marco normativo que lo respalda y su impacto sobre el modelo financiero del proyecto. Su propósito es ofrecer a la comisión evaluadora una lectura directa de cómo cada decisión técnica de la orden de compra se traduce, de manera simultánea, en un requisito de seguridad y en una partida del modelo económico.

Tabla 2: Homologación obligatoria equipos en minería

Sistema / Componente	**Especificación técnica obligatoria**	**Marco normativo asociado**	**Impacto en el modelo financiero / estratégico**

Inclinómetros con bloqueo automático	Nivelación electrónica en ejes X-Y; alarma sonora y bloqueo de elevación y traslación al superar la inclinación admisible (3°-5°).	ISO 16368 / D.S. 132	CAPEX de fábrica; cero costo de adecuación posterior. Evita volcamientos por desnivel.
Células de carga y limitador de momento	Pesaje en canastilla en tiempo real; congelamiento de los movimientos hidráulicos al exceder la carga nominal (230-300 kg).	ISO 16368 / D.S. 132	CAPEX de fábrica; OPEX de adecuación nulo. Previene la falla estructural por sobrecarga.
Válvulas de contrabalanc e (hidráulica redundante)	Válvulas integradas en los cilindros que bloquean el brazo ante rotura de mangueras o descompresión del sistema.	ISO 16368	CAPEX de fábrica. Mitiga la caída libre de la canastilla.
Sistema secundario anti-aplastamiento	Barra o cable sensor sobre el panel de mando que detiene y revierte el movimiento ante un atrapamiento (SkyGuard de JLG o equivalente).	Estándares de Control de Fatalidades (ECF) / trabajo en altura	Seguridad: reduce a cero el riesgo de fatalidad por atrapamiento en altura.
Anclajes y resguardo perimetral	Puntos de anclaje para arnés certificados de fábrica; baranda intermedia y rodapiés de acero.	D.S. 594	Cumplimiento obligatorio. Protege al operador en altura y al personal de piso.

Supresión de incendios	Extinción por activación térmica en el compartimento del motor; actuadores manuales accesibles desde piso y canastilla.	Protocolos de seguridad de los mandantes	CAPEX de fábrica. Minimiza el riesgo de pérdida total del activo.
Aislamiento de energía (corta-corriente)	Corta-corriente maestro dual (batería y motor) con argolla para candado de bloqueo (Lockout/Tagout).	D.S. 132 (Sernageomin)	Obligatorio para el ingreso a faena. Impide el uso no autorizado.
Alta visibilidad y alertamiento	Pértiga con LED (≥4,6 m), baliza estroboscópica ámbar permanente y alarma de movimiento de banda ancha.	Protocolos de tránsito y SSO de los mandantes	Obligatorio. Reduce el riesgo de colisión con equipos de gran tonelaje.
Telemetría IoT	Transmisión remota de horómetro, códigos de falla (CAN-Bus/ECU), niveles de fluidos, temperatura y GPS.	Base para la gestión de activos ISO 55000 (Fase III)	OPEX: habilita el mantenimiento preventivo por horómetro y elimina el mantenimiento reactivo.
Control de acceso al arranque	Arranque por código digital o RFID, vinculado a la base de operadores con licencia minera y exámenes vigentes.	D.S. 132 (arts. 40-41)	GAV: gestión digital de prevención. Impide la operación por personal no acreditado.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Ninguna de estas especificaciones responde a una preferencia técnica aislada, sino a la combinación de una exigencia normativa y una decisión de competitividad: son las que transforman la adquisición de los 15 equipos en la construcción de una

barrera de entrada difícil de replicar para quien opera bajo el estándar informal del mercado urbano.

8.2.4. Evaluación de Brechas Institucionales y Homologación de Proveedores (SICEP / REGIC)

El éxito del proyecto de expansión Greenfield no depende únicamente de adquirir activos tecnológicos que cumplan con la norma ISO 16368. En el ecosistema minero chileno, la gestión administrativa, la solidez financiera y el cumplimiento de los estándares institucionales constituyen una barrera de entrada tan crítica como la especificación técnica de la maquinaria, y a menudo más difícil de salvar para una empresa pequeña, porque no se resuelve con una orden de compra, sino con una transformación de la propia organización.

Para que José Toledo EIRL pueda participar en licitaciones y adjudicar contratos de arriendo de largo plazo, debe ser catalogada como un proveedor apto, condición que hoy no posee. Las grandes compañías mineras externalizan la preevaluación de sus proveedores en plataformas especializadas que les permiten mitigar riesgos operacionales y financieros antes de invitar a nadie a cotizar. Las dos referencias de la industria son el Sistema de Calificación de Empresas Proveedoras (SICEP), utilizado por buena parte de la gran minería privada, y el Registro Integral de Contratistas (REGIC), operado por Aquiles y empleado de manera central por Codelco. Inscribirse y calificar en ambos no es un trámite accesorio, es la puerta por la que se accede a las licitaciones, y su sola exigencia documental deja en evidencia las brechas de formalización que la empresa arrastra desde su operación urbana.

La primera de esas brechas es contable y financiera. Los mandantes mineros exigen balances y estados de resultados auditados por firmas externas registradas, que les permitan verificar índices de liquidez, endeudamiento y solvencia antes de comprometer un contrato de largo plazo. La realidad histórica de la empresa, en cambio, ha sido la de un manejo contable simplificado, orientado al cumplimiento

estrictamente tributario ante el Servicio de Impuestos Internos. Cerrar esta brecha implica institucionalizar la contabilidad, es decir, incorporar auditorías externas periódicas, ordenar la información financiera bajo un estándar reconocido, como las NIIF para Pymes y alcanzar los ratios mínimos de capital de trabajo que las licitaciones de gran envergadura exigen como condición de participación.

La segunda brecha es de categorización dentro de los propios registros. Estas plataformas no se limitan a inscribir a las empresas, sino que las clasifican en categorías escalonadas según su puntaje de homologación, y un proveedor de arriendo de PEMP con aspiraciones mineras debe apuntar, como mínimo, a una Categoría B dentro de esa escala. Alcanzar ese nivel obliga a levantar manuales de procedimientos internos, políticas corporativas y contratos tipo que resguarden los aspectos operacionales y de propiedad de la empresa, elementos de los que la estructura urbana actual sencillamente carece. En la práctica, la categorización funciona como un espejo, puesto que refleja el grado de madurez organizacional de la empresa y determina a qué licitaciones puede siquiera aspirar.

Más allá de lo administrativo, la operación histórica en el mercado de la construcción urbana le ha permitido a la empresa funcionar con una estructura ultra-magra, en la que el dueño asume múltiples funciones y la supervisión de seguridad se delega, de facto, en los prevencionistas de los propios clientes constructores. La gran minería prohíbe esta práctica de forma taxativa al amparo del D.S. 132. Las bases de licitación exigen que el contratista cuente con un profesional, ya sea técnico o ingeniero en prevención de riesgos, asignado específicamente al contrato y con registro vigente en SERNAGEOMIN. El proyecto de expansión debe, por tanto, absorber estructuralmente en su GAV el costo de este profesional, que será el responsable de confeccionar las carpetas de arranque, liderar las charlas de seguridad de inicio de jornada (el Análisis de Riesgo del Trabajo, ART) y velar por el cumplimiento de los Estándares de Control de Fatalidades.

A la incorporación del prevencionista se suma la formalización de la vigilancia médica. Para dar cumplimiento al D.S. 594, la organización debe establecer una relación contractual permanente con un organismo administrador del seguro de la Ley 16.744, ya sea la Mutual de Seguridad o la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), que le permita implementar programas continuos de vigilancia epidemiológica. Todo el personal destinado a faena minera, tanto operadores como mecánicos de terreno, debe mantener vigente su batería de exámenes pre-ocupacionales, con especial énfasis en la certificación de aptitud para el trabajo en gran altura geográfica y de salud compatible con el trabajo en altura física. Estos controles dejan de ser un evento puntual de ingreso para convertirse en un proceso recurrente que la empresa debe financiar y administrar a lo largo de toda la vigencia del contrato.

El tercer frente institucional es el de las coberturas financieras y los seguros. En el mercado urbano, las pólizas contratadas para la maquinaria suelen cubrir daños propios, tales como pérdida total, volcamiento o robo con alcances limitados. En la gran minería, el foco de los mandantes se desplaza hacia la protección del patrimonio de la faena frente a incidentes operativos causados por terceros, lo que se traduce en la exigencia de seguros de Responsabilidad Civil de alta cobertura. Las bases de licitación de mineras como Codelco o BHP imponen, como requisito de entrada, la mantención de pólizas de RC que cubra el daño a terceros, el daño emergente, el lucro cesante y la responsabilidad patronal, por montos mínimos que habitualmente se sitúan entre las 5.000 y las 10.000 UF por evento. La empresa no cuenta hoy con ese nivel de cobertura, de modo que el plan de expansión debe incorporar el costo de estas primas como un gasto administrativo fijo de cumplimiento institucional.

Por último, los contratos mineros de largo plazo exigen el otorgamiento de instrumentos de garantía financiera, sean boletas de garantía bancarias o pólizas de seguro de fiel cumplimiento equivalentes a un porcentaje del valor total del contrato, típicamente entre el 5% y el 10%. Aquí emerge una brecha de

bancarización, para emitir esos documentos sin comprometer la liquidez diaria de la operación, José Toledo EIRL debe fortalecer su posición patrimonial y su historial crediticio con la banca comercial, de manera de contar con la espalda financiera que un contrato de esta naturaleza requiere. La capacidad de garantizar un contrato resulta, en este sentido, tan determinante como la capacidad de ejecutarlo.

El diagnóstico de estas brechas organizacionales e institucionales, junto con las acciones requeridas para cerrarlas, se consolida en la siguiente tabla (3) comparativa, que contrasta la realidad urbana actual de la empresa con el estándar que impone la operación minera.

Tabla 3: Realidad urbana actual de la empresa vs Estándar de la operación minera.

Dimensión institucional	**Estado actual (realidad urbana)**	**Requisito mandatorio (estándar minero)**	**Brecha detectada / acción requerida**
Contabilidad corporativa	Estados financieros internos simplificados, con foco tributario (SII).	Balances y estados de resultados auditados externamente por firmas registradas.	Brecha alta: auditoría externa periódica y adecuación a NIIF para Pymes.
Acreditación de proveedores	Sin registro ni calificación en plataformas sectoriales de la minería.	Inscripción y calificación vigente en SICEP y REGIC (operado por Aquiles).	Brecha crítica: levantar manuales internos y postular a ambos portales.
Gestión de riesgos (PRP)	Sin personal de prevención propio; externalizado de facto en el cliente.	Prevencionista de Riesgos residente, con registro vigente en SERNAGEOMIN, asignado al contrato.	Brecha alta: incorporar un experto en prevención de planta al GAV.

Salud laboral (D.S. 594)	Control de salud básico, asociado a licencias de conducir tradicionales.	Exámenes pre-ocupacionales de gran altura geográfica y de altura física vigentes.	Brecha media: convenio permanente con mutualidad y control de vigencia documental.
Pólizas de seguro	Seguros de equipos con coberturas básicas urbanas de daños propios.	Seguros de Responsabilidad Civil por montos entre 5.000 y 10.000 UF por evento.	Brecha alta: upgrade estructural de las pólizas corporativas al estándar minero.
Respaldo de contrato	Acuerdos spot con órdenes de compra simples y facturación inmediata.	Boletas de garantía de fiel cumplimiento (5% a 10% del valor del contrato).	Brecha media: fortalecer el perfil crediticio bancario para emitir garantías.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Vistas en conjunto, estas brechas confirman que la transición hacia la gran minería es, antes que una inversión en máquinas, una inversión en institucionalidad, dado que el proyecto Greenfield solo se sostiene si la empresa madura organizacionalmente a la par de su flota.

8.2.5. Plan de Cierre de Brechas y Sincronización Financiera (Matriz de Transición)

Para cerrar la Fase II y asegurar la viabilidad del proyecto Greenfield, resulta imprescindible estructurar un plan de transición que consolide, en un solo instrumento, el cierre de cada una de las brechas técnicas, operacionales e institucionales detectadas a lo largo del diagnóstico. En la disciplina de la ingeniería de negocios, este proceso se formaliza mediante una matriz de cierre de brechas,

que opera como el puente conductor definitivo entre las exigencias normativas del clúster minero y la modelación económica que se evaluará más adelante en la Fase IV. Su función no es meramente descriptiva, cada brecha identificada se traduce aquí en una acción concreta y, sobre todo, en una imputación financiera específica, de modo que ninguna exigencia quede sin su correlato en el modelo.

El criterio de diseño de la matriz clasifica las acciones de mitigación según las tres dimensiones que componen la estructura de capital y de egresos de la organización. La primera es el CAPEX inicial, que agrupa los desembolsos concentrados en el período cero destinados a la adquisición física de la nueva flota de 15 PEMP con su equipamiento industrial incorporado de origen. La segunda es el OPEX proyectado, que reúne los costos variables directamente indexados al nivel de utilización de los equipos y a la dotación de operarios en terreno. La tercera es el GAV proyectado, que comprende los costos fijos de estructura y de cumplimiento institucional necesarios para mantener el estatus de proveedor calificado en los portales mineros. Esta distinción es la que permite que la matriz hable, de manera simultánea, el lenguaje del cumplimiento normativo y el de la evaluación financiera.

Sobre esta base, la siguiente tabla (4) detalla la hoja de ruta estratégica para la transformación corporativa de José Toledo EIRL, vinculando cada brecha con el requisito que la origina, la acción de mitigación que la cierra, su clasificación financiera y el efecto preciso que tendrá sobre el modelo económico de la Fase IV.

Tabla 4: Cierre de Brechas e Imputación Financiera

Dimensión de la brecha	**Requisito del estándar minero**	**Acción de mitigación (estrategia Greenfield)**	**Clasificación financiera**	**Impacto en el modelo económico (Fase IV)**

Seguridad de activos (6.2.3-A)	Inclinómetros automáticos, células de carga y redundancia hidráulica.	Compra directa de fábrica de 15 PEMP nuevas homologadas bajo norma ISO 16368.	CAPEX inicial	Inversión del Año 0. Activa la depreciación lineal desde el Año 1, recuperando el escudo fiscal frente al impuesto de 25%.
Protección en canastilla (6.2.3-B)	Sistemas anti-aplastamiento (SkyGuard o equivalente) y anclajes certificados.	Configuración obligatoria en la orden de compra al distribuidor oficial de maquinaria.	CAPEX inicial	Incorporado al valor de adquisición (FOB/CIF) por unidad. Mitiga multas y paralizaciones por incidentes.
Accesorios de faena (6.2.3-C)	Supresión de incendios, corta-corrientes, pértigas LED y balizas.	Instalación del kit minero estándar (Miner-Spec) antes de la entrega técnica de la flota.	CAPEX inicial	Se suma al valor libro del activo fijo para el cálculo de la amortización contable.
Monitoreo y control (6.2.3-D)	Telemetría remota por CAN-Bus y control de acceso por código o RFID.	Módulos IoT nativos en las 15 unidades y software centralizado de control en oficina.	CAPEX / GAV	El hardware se capitaliza en el Año 0; la suscripción del software se imputa como GAV fijo anual (2026-2030).

Calificación institucional (6.2.4-A)	Registro vigente y categorización (mínimo Clase B) en plataformas sectoriales.	Inscripción, levantamiento de manuales de procesos y postulación a SICEP y REGIC.	GAV fijo	Costos de membresía anual y auditorías de plataforma incorporados a la línea de GAV.
Transparencia financiera (6.2.4-A)	Balance y estado de resultados auditados externamente por firmas registradas.	Auditoría externa para la transición desde balances tributarios a NIIF-Pyme.	GAV fijo	Gasto administrativo fijo anual, computable al cierre de cada ejercicio comercial.
Capital humano y PRP (6.2.4-B)	Prevencionista de Riesgos residente con registro vigente en SERNAGEOMIN.	Contratación de planta de un experto en prevención para la gestión de HSEC y ECF.	GAV fijo (sueldos)	Aumento estructural permanente de la planilla de administración; eleva el punto de equilibrio general.
Salud ocupacional (6.2.4-B)	Exámenes de aptitud vigentes para gran altura geográfica y altura física.	Convenio preferencial con mutualidad (ACHS/Mutual) y calendarización de exámenes.	OPEX (costo laboral)	Costo de venta variable por contrato minero, según el número de operadores en faena.

Resguardo patrimonial (6.2.4-C)	Pólizas de Responsabilidad Civil con coberturas entre 5.000 y 10.000 UF.	Broker especializado para el upgrade de las pólizas urbanas al estándar minero.	GAV fijo (seguros)	Prima anual prorrateada mensualmente dentro del flujo de caja operativo proyectado.
Sustento contractual (6.2.4-C)	Boletas de garantía bancarias de fiel cumplimiento (5% a 10% del contrato).	Fortalecimiento del perfil bancario de la EIRL para habilitar líneas de garantía.	Capital de trabajo / financiero	Afecta la caja inicial (retención de fondos) o se computa como costo financiero por comisión bancaria.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

8.2.6. Conclusión de la Fase II y Nexo Metodológico

La construcción de esta matriz de cierre de brechas permite concluir que la inserción de José Toledo EIRL en la gran minería mediante una expansión Greenfield constituye un desafío genuinamente multidimensional, que no se resuelve en un solo plano. Por una parte, el cumplimiento de los requisitos técnicos de las 15 máquinas nuevas exige una inyección de capital concentrada y eficiente, materializada en el CAPEX del Año 0. Por otra, la homologación institucional que incluye la calificación en SICEP y REGIC, la incorporación del prevencionista, los seguros de alta cobertura y la formalización contable, impone un rediseño estructural de los costos fijos administrativos, es decir, una recomposición permanente del GAV. Ambos esfuerzos son inseparables, ya que de poco sirve una flota de clase mundial si la empresa no está institucionalmente habilitada para arrendarla, como tampoco una habilitación impecable sin equipos que cumplan el estándar.

Definido el qué se requiere para entrar a competir, que ha sido el propósito de toda esta Fase II, el paso siguiente dentro del desarrollo de la investigación consiste en diseñar la arquitectura interna del negocio capaz de gestionar estos nuevos recursos. Por ello, el trabajo avanza hacia la Fase III, dedicada al diseño del modelo operacional y a la gestión de activos, donde se estructurará el sistema de mantenimiento preventivo y de confiabilidad sobre la base de la norma ISO 55000 y de metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). El objetivo de esa etapa será garantizar que la disponibilidad física de la nueva flota de 15 PEMP se mantenga alineada de forma permanente con las exigencias de continuidad operativa de los grandes yacimientos del país, cerrando así el círculo entre la habilitación para competir y la capacidad de sostener la operación en el tiempo.

8.3. FASE III: MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS (ISO 55000) Y CICLO DE VIDA OPERACIONAL DE LA FLOTA

Definidas en la Fase II las condiciones de entrada al negocio minero, la Fase III aborda el diseño del modelo operacional con el que José Toledo EIRL sostendrá esa operación en el tiempo. El primer paso de este diseño consiste en establecer la filosofía de gestión que regirá a la nueva flota, caracterizar el entorno físico en el que deberá desempeñarse y trazar el ciclo de vida completo de los activos. Estos tres elementos, desarrollados a continuación, constituyen el cimiento conceptual sobre el cual se construirán el plan de mantenimiento y los indicadores de confiabilidad.

Filosofía de Gestión de Activos de Clase Mundial (ISO 55000)

La puesta en marcha de una unidad de negocios de expansión pura, de carácter Greenfield, orientada al arriendo de 15 Plataformas Elevadoras Móviles de Personal (PEMP) en minería subterránea, exige abandonar de manera definitiva la lógica de mantenimiento reactivo que caracterizó la operación histórica de la empresa según el diagnóstico. En aquel modelo, la máquina se reparaba una vez que fallaba; en la

gran minería, donde la detención imprevista de un equipo puede paralizar un frente de trabajo completo, ese enfoque resulta sencillamente inviable. Para asegurar la sostenibilidad económica del proyecto, se adopta como marco estratégico la norma ISO 55000 de Gestión de Activos, que reorienta por completo la manera en que la organización concibe su flota.

Bajo este estándar, las 15 unidades nuevas dejan de ser meros bienes mecánicos sujetos a desgaste y depreciación contable para entenderse como activos críticos generadores de valor, cuyo ciclo de vida debe optimizarse de punta a punta. El Sistema de Gestión de Activos diseñado para José Toledo EIRL se articula sobre tres pilares. El primero es la alineación estratégica, que consiste en conectar las metas comerciales del contrato minero, que habitualmente exige tasas de disponibilidad física superiores al 90%, con los planes de mantenimiento que se ejecutan, día a día, en el taller de subsuelo; de poco sirve un compromiso contractual de disponibilidad si no se traduce en una rutina operativa concreta. El segundo pilar es la toma de decisiones basada en el riesgo, que obliga a anticipar el costo de la penalización contractual por la detención imprevista de un equipo en un frente de avance o de fortificación y a emplear ese costo como criterio para justificar inversiones que de otro modo parecerían excesivas, como el mantenimiento de un stock de repuestos críticos en la propia faena. El tercer pilar es la gobernanza de datos, que aprovecha los módulos de telemetría especificados en la Fase II para monitorear el desgaste del activo en tiempo real, de modo que el horómetro digital deje de ser un simple registro y se convierta en el gatillo automatizado de las órdenes de trabajo.

Caracterización del Entorno Operativo Subterráneo y Factores de Estrés Técnico

El diseño del modelo de operaciones no puede plantearse en abstracto, ya que debe responder a las condiciones ambientales específicas de la minería subterránea de la zona central de Chile, donde operarán las 15 nuevas máquinas. Las galerías y

los caserones de producción someten a los componentes de las plataformas a un conjunto de factores de estrés severo que configuran un perfil de desgaste acelerado, muy distinto del que enfrentaría un equipo en la obra urbana. Cuatro de estos factores resultan determinantes para el diseño del plan de mantenimiento.
El primero es un ambiente altamente abrasivo, producto del polvo de sílice en suspensión que generan las operaciones de perforación, tronadura y traspaso de mineral. Al depositarse sobre los brazos telescópicos de las PEMP, este material particulado fino actúa como un verdadero esmeril: erosiona y destruye los sellos hidráulicos, lo que provoca fugas de fluido y pérdida de presión. Mitigar este efecto exige que los equipos cuenten con rascadores específicos y que el plan contemple pautas de limpieza rigurosas, sin las cuales la vida útil del sistema hidráulico se reduce de forma drástica.

El segundo factor es la humedad relativa y la presencia de agua de infiltración. El subsuelo de la zona central registra altas concentraciones de humedad y escurrimientos de aguas industriales o freáticas que, con frecuencia, presentan un pH ácido. Esta condición desencadena procesos de corrosión galvánica acelerada en los conectores eléctricos, en los sensores de carga y en el propio chasis de las máquinas, lo que obliga a elevar el estándar de protección contra el agua y a impregnar los tableros con grasa dieléctrica que aísle los contactos. Lo que en superficie sería un deterioro lento, en subsuelo se convierte en una amenaza permanente a la integridad de los sistemas eléctricos.

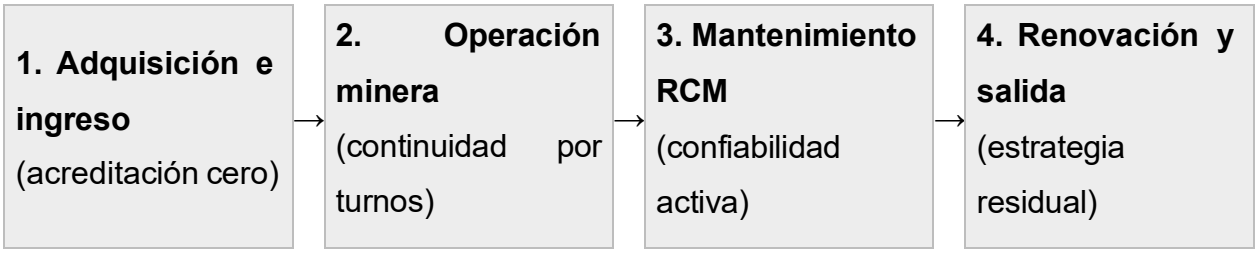
El tercer factor es la irregularidad de la carpeta de rodado. El tránsito por rampas con pendientes que fluctúan entre el 10% y el 12%, sumado a la acumulación de barro y a la presencia de baches, somete a los ejes de transmisión, a los motores de rueda hidráulicos y a los neumáticos a un estrés mecánico severo. Este régimen de operación incrementa de manera significativa el riesgo de fatiga estructural en los pasadores y en el torque del chasis, componentes que en un uso urbano rara vez se verían exigidos a tal punto y que, por ello, deben incorporarse al plan de inspección con una frecuencia mayor.

El cuarto factor es la combinación de restricciones de visibilidad y espacio confinado. El trabajo en secciones acotadas eleva el riesgo de colisiones menores contra las cajas, las paredes de la galería o contra el marco de fortificación. Este factor ambiental no hace sino validar la ingeniería de requisitos desarrollada en la Fase II, al volver operativamente mandatorio el uso de los sensores anti-aplastamiento activos del tipo SkyGuard y de las balizas estroboscópicas LED de alta penetración lumínica, cuya pertinencia, planteada antes como una exigencia de compra, se confirma ahora como una necesidad cotidiana de la operación subterránea.

Estructura del Ciclo de Vida Operacional de la Flota Greenfield

Para llevar la norma ISO 55000 a la práctica en el entorno de subsuelo, se establece el mapa de procesos del ciclo de vida de las 15 plataformas, organizado en cuatro etapas consecutivas que abarcan desde el ingreso del activo a la faena hasta su disposición final. La siguiente figura sintetiza ese recorrido.

Diagrama 2: Ciclo de vida operacional de la flota Greenfield



Fuente: Elaboración propia, 2026.

La primera etapa es la de adquisición e ingreso, que bien podría denominarse de acreditación cero. Comprende el control de la recepción técnica de los equipos de fábrica, la configuración de los sistemas de telemetría y la ejecución del proceso de acreditación inicial ante la gerencia de servicios o de seguridad del mandante

minero. Es la fase en que la máquina pasa de ser un bien recién adquirido a un activo formalmente habilitado para operar dentro de la faena.

La segunda etapa es la de operación minera, que se ejecuta bajo turnos estructurados y en régimen de continuidad. Antes de encender el motor mediante el control de acceso por RFID, los operadores aplican el checklist diario digital, y cualquier anomalía detectada por los inclinómetros o por los sensores de carga detiene la operación antes de que el equipo ingrese a la rampa de avance. De este modo, la verificación de seguridad se incorpora a la rutina diaria y no queda supeditada al criterio del momento.

La tercera etapa es la de mantenimiento, concebida como confiabilidad activa. Se materializa en la aplicación del modelo de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), ya sea en el taller base de superficie o en el nicho técnico habilitado en el interior de la mina. Las intervenciones se gatillan por horómetro, a través de la telemetría, a las 250, 500 y 1.000 horas de uso, y el modelo prohíbe de manera taxativa el aplazamiento de las revisiones de seguridad. Esta etapa no es posterior a la operación, sino simultánea a ella: ambas se alternan de forma continua a lo largo de toda la vida del activo, y es esa alternancia disciplinada la que sostiene la disponibilidad comprometida con el mandante.

La cuarta y última etapa es la de renovación y salida, o estrategia de disposición final. Dado que el proyecto se evalúa en un horizonte de cinco años (2026-2030), se planifica la salida estratégica de los activos antes de que alcancen su curva de desgaste crítico en subsuelo. Al término del quinto año, las máquinas se retiran de la faena para ser liquidadas en el mercado secundario urbano donde, al no haber llegado al final de su vida útil, conservan un valor de desecho atractivo que se incorporará al flujo de caja final del modelo económico de la Fase IV. La decisión de cuándo salir resulta, en este sentido, tan estratégica como la de cuándo entrar: vender antes del deterioro crítico permite recuperar capital y cerrar el ciclo con una última captura de valor.

8.3.1. Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

La incorporación de la flota Greenfield de 15 Plataformas Elevadoras Móviles de Personal (PEMP) a una operación minera subterránea de la zona central obliga a definir una estrategia de mantenimiento de carácter predictivo y preventivo, capaz de maximizar la disponibilidad comprometida en el contrato y de contener el desgaste acelerado que impone el entorno de subsuelo. Para ello se adopta la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), estructurada bajo las directrices de la norma internacional SAE JA1011, que fija los criterios que todo proceso de RCM debe cumplir para ser considerado como tal.

Conviene precisar el espíritu de este enfoque, porque no consiste en evitar toda falla a cualquier costo, sino en identificar cuáles son las fallas que verdaderamente comprometen la seguridad en el subsuelo y la continuidad del negocio, para concentrar sobre ellas acciones preventivas concretas antes de que se produzca la pérdida de la función del equipo. El RCM, en otras palabras, jerarquiza, distingue lo crítico de lo accesorio y asigna los recursos de mantenimiento allí donde una falla tendría las consecuencias más graves. Sobre esa lógica se construyen los tres componentes del plan que se desarrollan a continuación: el análisis de modos y efectos de falla, el programa preventivo estructurado por horómetro y la estrategia de stock crítico de repuestos.

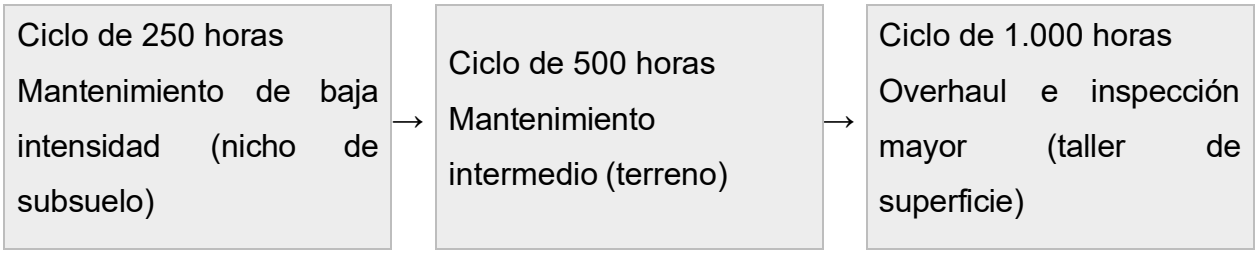
En términos operativos, el RCM no se apoya en un único tipo de intervención, sino que combina dos enfoques complementarios según la naturaleza de cada falla. Para los componentes cuyo deterioro es gradual y mensurable, se privilegia el mantenimiento predictivo, basado en la condición real del equipo y no en el calendario, lo que permite intervenir justo antes de la falla y evitar tanto la detención sorpresiva como el recambio prematuro. Para aquellos componentes en que la falla es súbita o sus consecuencias resultan inaceptables, como los sensores de seguridad o la estructura del brazo telescópico, se opta por el mantenimiento

preventivo de frecuencia fija, que interviene o sustituye el componente dentro de un intervalo conservador, sin esperar señales de deterioro. Esta combinación es la que se refleja, tarea por tarea, en la columna de mitigación del análisis que sigue.

8.3.2. Programa de Mantenimiento Preventivo Estructurado por Horómetro

Para operacionalizar el RCF, las tareas de mantenimiento de las 15 unidades se programan de manera estricta y automatizada mediante los módulos de telemetría IoT definidos en la Fase II. Las alertas de servicio no dependen de la memoria del operador ni de una planilla manual: se gatillan directamente en el software de la oficina central cuando cada máquina alcanza determinados horizontes de operación medidos por horómetro. El programa se estructura en tres ciclos de intensidad creciente, según se representa en el siguiente diagrama (3).

Diagrama 3: Ciclos de mantenimiento preventivo estructurados por horómetro.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

El primer ciclo, que se cumple cada 250 horas de operación, corresponde a un mantenimiento de baja intensidad orientado a la conservación básica y la limpieza de los componentes expuestos al polvo de sílice, y se ejecuta de preferencia en el propio nicho técnico de subsuelo para no retirar la máquina de la faena. Sus tareas centrales son la limpieza hidrodinámica completa del brazo telescópico, destinada a eliminar las costras de sílice y barro; el reemplazo de los filtros de aire del motor diésel, particularmente crítico por la baja calidad del aire en las galerías; el engrase completo de pasadores, coronas de giro y puntos articulados con grasa marina

repelente al agua; y la revisión y el torque de los pernos de fijación de ruedas y motores hidráulicos.

El segundo ciclo, cada 500 horas, corresponde a un mantenimiento intermedio que incorpora, además de las tareas anteriores, pruebas de control sobre los sistemas de seguridad activa exigidos por la normativa minera. En esta instancia se realiza el cambio de aceite de motor y de los filtros de combustible; se calibran y validan los inclinómetros digitales y las células de carga de la canastilla, simulando alarmas de sobrepeso para confirmar su correcta reacción; se revisa el sistema anti-aplastamiento del tipo SkyGuard y se verifica el funcionamiento del descenso manual de emergencia; y se toman muestras de aceite hidráulico para su análisis en laboratorio externo, base del monitoreo predictivo de la flota.

El tercer ciclo, cada 1.000 horas y equivalente a un overhaul de periodicidad aproximadamente anual, constituye un mantenimiento mayor que exige retirar temporalmente la máquina de la mina subterránea y trasladarla al taller base de superficie. Comprende el cambio total del fluido hidráulico y la limpieza del estanque de almacenamiento; la inspección mediante ensayos no destructivos de las soldaduras estructurales críticas del brazo y del chasis, con el fin de descartar micro fisuras por fatiga de rampa; la prueba hidrostática de presión del sistema motriz y la calibración de las válvulas de contrabalance; y, por último, la renovación de los sistemas automatizados de supresión de incendios y la recertificación de los puntos de anclaje de la canastilla bajo la norma ISO 16368.

Conviene subrayar que la toma periódica de muestras de aceite, presente en los ciclos de 500 y 1.000 horas, no constituye un trámite de laboratorio más, sino la columna vertebral del componente predictivo del plan. El análisis espectrométrico de las partículas metálicas suspendidas en el aceite revela el desgaste interno de engranajes y rodamientos mucho antes de que este se manifieste como una falla audible o visible; un aumento sostenido en la concentración de hierro o de cobre, por ejemplo, anticipa la degradación de un reductor con semanas de antelación.

Combinado con la telemetría, que reporta de forma continua la temperatura y los códigos de falla del sistema, este monitoreo permite transitar desde un mantenimiento basado en el calendario hacia uno basado en la condición real del activo, optimizando el momento exacto de cada intervención y evitando reemplazar componentes que aún conservan vida útil.

La ejecución de este programa descansa sobre una infraestructura de mantenimiento de dos niveles, coherente con la lógica de minimizar el tiempo que la máquina permanece fuera de producción. Las intervenciones de menor envergadura (ciclos de 250 y 500 horas) se realizan en el nicho técnico habilitado en el interior de la mina o en sus inmediaciones, lo que evita el costoso traslado del equipo a superficie y la consiguiente pérdida de horas de arriendo. Solo el mantenimiento mayor de 1.000 horas, que requiere ensayos no destructivos y pruebas de presión imposibles de ejecutar en subsuelo, justifica retirar la unidad y llevarla al taller base de superficie. Esta arquitectura escalonada, sumada a la programación automatizada por telemetría, persigue que cada hora de detención del activo responda a una necesidad técnica real y no a una limitación logística.

8.3.3. Indicadores Clave de Desempeño Operacional (KPIs) del Estándar Minero

La gestión de activos bajo la norma ISO 55000 no se agota en la definición de planes de mantenimiento, sino que exige un sistema de control de gestión operativo basado en mediciones cuantificables. En un contrato de arriendo de largo plazo en minería subterránea, las compañías mandantes no evalúan al proveedor por sus intenciones ni por la antigüedad de su flota, sino por el desempeño objetivo de sus indicadores de confiabilidad y disponibilidad, que auditan de manera periódica. Lo que no se mide, en este contexto, no se puede gestionar ni, mucho menos, demostrar ante el cliente.

Para monitorear el rendimiento de la flota Greenfield de 15 PEMP y asegurar el cumplimiento de las metas económicas del proyecto, José Toledo EIRL adoptará un cuadro de mando automatizado, alimentado por la telemetría descrita en las fases

anteriores y estructurado en torno a cuatro indicadores fundamentales de la ingeniería de mantenimiento. Tres de ellos, correspondientes a la disponibilidad física, la confiabilidad y la mantenibilidad son de naturaleza estrictamente técnica; el cuarto, que es la utilización efectiva es de carácter comercial y constituye el puente directo con la evaluación financiera. A continuación se desarrolla cada uno, junto con su formulación matemática y la meta de diseño fijada para el proyecto.

El primer indicador, y el principal de este modelo operacional, es la disponibilidad física, que representa el porcentaje del tiempo total durante el cual los equipos se encuentran técnicamente aptos para operar, libres de panas y de mantenciones pendientes. Su importancia es tal que las bases de licitación en subsuelo contempla penalizaciones severas cuando este indicador cae por debajo del umbral objetivo, situado habitualmente en torno al 90%. Se calcula de forma mensualizada mediante la siguiente expresión:

$$DF = (H_t - (H_{mp} + H_{mc})) / H_t \times 100$$

En ella, H_t corresponde a las horas totales del período evaluado, por ejemplo, 720 horas en un mes de 30 días por máquina; H_{mp}, a las horas acumuladas en mantenimiento preventivo programado, esto es, los ciclos de 250, 500 y 1.000 horas; y H_{mc}, a las horas perdidas por mantenimiento correctivo imprevisto a raíz de fallas en terreno. Dado que se trata de 15 unidades nuevas protegidas por planes RCM, el objetivo de diseño es sostener una disponibilidad igual o superior al 92% durante los primeros tres años de operación, para descender de manera controlada hasta un piso del 90% en los años cuarto y quinto, en razón de la degradación natural del activo provocada por la humedad y la acidez del subsuelo.

El segundo indicador es la confiabilidad, medida a través del tiempo medio entre fallas (MTBF, por su sigla en inglés), que expresa el lapso promedio que transcurre entre dos fallas imprevistas dentro del sistema operativo de la máquina. Constituye el reflejo más directo de la calidad con que se ejecuta el plan preventivo y de la

resiliencia de los componentes frente al polvo de sílice y a la exigencia de las rampas. Su formulación es la siguiente:

$$MTBF = H_{op} / N_f$$

Aquí, H_{op} representa las horas de operación real registradas por el horómetro digital del equipo en el período, y N_f, el número total de fallas mecánicas o electrónicas imprevistas que provocaron la detención del activo. Para una flota Greenfield de estas características se proyecta un MTBF igual o superior a 600 horas de operación continua. Una caída sistemática de este indicador operaría, además, como una señal predictiva temprana, pues anticipará deficiencias en el engrase de los pasadores o filtraciones prematuras en los sellos hidráulicos expuestos al material abrasivo, permitiendo corregir antes de que la falla se generalice.

El tercer indicador es la mantenibilidad, cuantificada por el tiempo medio de reparación (MTTR), que mide la velocidad de respuesta técnica y la eficiencia del equipo de mecánicos de la empresa ante una contingencia en el interior de la mina; es decir, el tiempo promedio que toma diagnosticar, reparar y volver a poner en servicio una máquina detenida. Se obtiene mediante la siguiente relación:

$$MTTR = T_{cr} / N_f$$

En esta expresión, T_{cr} corresponde al tiempo total consumido en reparaciones correctivas e intervenciones de emergencia, y N_f, al número de fallas imprevistas registradas en el mismo período. Dada la criticidad que impone el trabajo en espacios confinados de subsuelo, la meta operacional se fija en un MTTR igual o inferior a 2,5 horas. Alcanzar ese rendimiento vuelve mandatorio el cumplimiento de la estrategia de stock crítico de repuestos en el contenedor-bodega de faena y el uso de las herramientas de diagnóstico electrónico de códigos de falla CAN-Bus definidas en la Fase II, sin las cuales el solo traslado de un repuesto desde Santiago haría inviable la meta.

El cuarto indicador difiere de los anteriores en su naturaleza: mientras aquellos son estrictamente técnicos, la utilización efectiva es un ratio comercial-operativo. Mide la proporción del tiempo disponible en que la máquina estuvo efectivamente arrendada y generando ingresos, aislando los tiempos muertos atribuibles a la logística o a la ineficiencia operativa del propio cliente. Su ecuación se define así:

$$UE = H_{arr} / (H_t - (H_{mp} + H_{mc})) \times 100$$

En ella, H_{arr} corresponde a las horas de arriendo efectivo facturadas o registradas bajo contrato de operación activa, sobre el total de horas en que la máquina estuvo disponible. Este indicador es el puente directo con la evaluación financiera de la Fase IV: mientras que en el diagnóstico histórico de la Fase I la ocupación promedio del modelo urbano apenas rozaba el 43,13%, el modelo Greenfield bajo contrato minero está diseñado para asegurar una utilización efectiva constante de entre el 80% y el 85% anual, lo que blinda la rentabilidad del capital invertido frente a la subutilización de activos que lastró a la empresa en su etapa urbana.

El conjunto de estos cuatro indicadores se consolida en un cuadro de mando operacional, es decir, un tablero de control HSEC-Mantención cuya gestión recaerá en el Prevencionista de Riesgos y en el Jefe Técnico de la empresa. La siguiente tabla (5) sintetiza su estructura, asociando cada indicador con la dimensión que evalúa, su unidad de medida, el umbral objetivo y el método mediante el cual se capturan sus datos.

Tabla 5: Cuadro de mando operacional (dashboard HSEC-Mantención).

Indicador de gestión	Dimensión evaluada	Unidad de medida	Umbral objetivo (meta)	Método de captura de datos
Disponibilidad Física (DF)	Capacidad técnica y estado del activo fijo.	Porcentaje (%)	≥ 92,0%	Automatizado por horómetro de telemetría IoT.
Confiabilidad (MTBF)	Calidad del plan RCM y resistencia al subsuelo.	Horas (h)	≥ 600 h	Registro de órdenes de trabajo (OT) cerradas.
Mantenibilidad (MTTR)	Eficiencia logística y del personal técnico.	Horas (h)	≤ 2,5 h	Control de tiempos de detención en bitácora digital.
Utilización Efectiva (UE)	Eficiencia comercial e impacto en el flujo de caja.	Porcentaje (%)	80,0% – 85,0%	Conciliación de estados de pago vs. horas disponibles.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

En su conjunto, este cuadro de mando traduce la filosofía de gestión de activos en cifras verificables y auditables, y articula las dos lógicas que atraviesan todo el proyecto: la técnica, que vela por la integridad y la disponibilidad de la flota, y la comercial, que conecta ese desempeño con la generación de ingresos. Los umbrales aquí definidos no son metas abstractas, sino los parámetros concretos contra los cuales el mandante evaluará a la empresa y, en definitiva, los supuestos de desempeño sobre los que se construirá el modelo financiero de la Fase IV.

Estructura Organizacional en Terreno y Logística de Turnos

El cumplimiento de los rigurosos indicadores de disponibilidad y mantenibilidad definidos para la flota Greenfield exige el diseño de una estructura operativa en terreno ágil, descentralizada y con capacidad de respuesta inmediata. La razón es de naturaleza física al operar en una mina subterránea de la zona central, el solo traslado desde la superficie hasta los frentes de trabajo en subsuelo puede tomar entre 45 y 60 minutos, un lapso que, ante una falla, resultaría incompatible con la meta de un MTTR inferior a 2,5 horas si la capacidad técnica permaneciera en superficie. Por ello, José Toledo EIRL debe posicionar capacidad técnica residente en el interior de la propia faena, de modo que el diagnóstico y la reparación ocurran cerca del lugar del incidente y no a una hora de distancia.

La arquitectura organizacional y logística diseñada para esta nueva unidad de negocios se sostiene sobre tres definiciones complementarias: un organigrama propio para la operación minera, un esquema de turnos que garantice cobertura permanente y una infraestructura física distribuida entre la superficie y el subsuelo. Cada una de ellas se desarrolla a continuación.

8.3.5. Organigrama de la Unidad de Expansión Minera

Para no contaminar la estructura histórica urbana de la empresa, y a fin de delimitar con claridad las responsabilidades civiles y contractuales propias del rubro minero, se crea una unidad de operaciones mineras paralela, dotada de roles específicos y de una línea de mando definida. El siguiente diagrama (4) presenta el organigrama de esta unidad.

Diagrama 4: Organigrama de la unidad de expansión minera.



Fuente: Elaboración propia, 2026.

En la cúspide de la estructura se sitúa el Administrador de Contrato, máxima autoridad en faena y nexo directo con la gerencia de abastecimiento y operaciones de la minera mandante. A su cargo quedan la gestión de los estados de pago, el control del cumplimiento del acuerdo de nivel de servicio (SLA) y la firma de las liberaciones de equipos; dada su naturaleza ejecutiva, este rol será asumido por la estructura directiva de la empresa con una imputación parcial de su remuneración. De él depende, en una función de carácter preventivo y transversal, el Ingeniero o Técnico en Prevención de Riesgos HSEC, profesional residente encargado de velar por el estricto cumplimiento del D.S. 132 y del D.S. 594. Su labor abarca la auditoría de las carpetas de arranque, la acreditación mensual de los operarios, el control de la fatiga del personal y la supervisión de los protocolos de bloqueo de energía en subsuelo; ambos cargos se desempeñan bajo un régimen de jornada 5×2.

La línea técnica de la operación recae en el Jefe Técnico de Faena, o Supervisor de Mantención, responsable de planificar las órdenes de trabajo gatilladas por el sistema de telemetría, de coordinar el ingreso de los mecánicos a las galerías y de validar las liberaciones técnicas de los equipos una vez completada cada mantención. Bajo su coordinación operan los Mecánicos de Terreno Especializados, cuatro vacantes en turno rotativo dotadas de competencias avanzadas en sistemas hidráulicos de alta presión, motores diésel con tecnología common-rail y electrónica

CAN-Bus. Son ellos quienes ejecutan en faena los ciclos preventivos de menor intensidad (PM1 y PM2) y quienes resuelven las contingencias correctivas de emergencia en los propios frentes de producción subterráneos.

8.4. FASE IV: Evaluación Económica y Análisis de Apalancamiento

La viabilidad estratégica de expandir operaciones hacia la minería subterránea mediante la adquisición de una flota Greenfield de 15 Plataformas Elevadoras Móviles de Personal requiere una validación cuantitativa que traduzca las decisiones de las fases anteriores en flujos de caja concretos y en indicadores financieros interpretables. Esta fase no agrega supuestos nuevos, sino que recoge cada una de las partidas diseñadas a lo largo del trabajo, el CAPEX de fábrica con sus certificaciones ISO 16368, el GAV estructurado en torno al prevencionista y las acreditaciones SICEP, el OPEX indexado por los contratos de vigilancia médica, y las somete a la prueba del modelo económico.

La evaluación se estructura bajo un horizonte temporal de cinco años operativos (2026-2030), con el año 2025 como período de desembolso y pre-operación. Para cumplir con las exigencias metodológicas de una tesis de grado y para responder a una pregunta de gestión real, se aplica el criterio de dos escenarios de financiamiento mutuamente excluyentes: el flujo de caja del proyecto puro, que evalúa la rentabilidad intrínseca del negocio aislando toda fuente de deuda, y el flujo de caja del inversionista apalancado, que incorpora la estructura de capital óptima propuesta para la expansión. La comparación entre ambos escenarios es, en sí misma, la respuesta a la pregunta de si conviene financiar con recursos propios o con deuda bancaria.

8.4.1. Premisas y Parámetros Base de la Evaluación

El modelo se construyó en moneda nacional (pesos chilenos) y sobre la base de parámetros regulatorios y de mercado vigentes al año 2026. La tasa de impuesto a la renta aplicada es del 27%, correspondiente al régimen general semi-integrado en Chile, que grava la utilidad neta imponible antes de distribuciones. La tasa de descuento fijada para ambos escenarios es del 12% anual: en el escenario puro

opera como costo del capital propio, es decir, la exigencia mínima de rentabilidad que los propietarios le imponen al proyecto antes de considerar atractiva la inversión; en el escenario financiado representa el mismo umbral, pero ahora sobre el capital marginal aportado por la empresa una vez descontada la deuda.

El valor de desecho al término del año 5 se estima en $172.800.000, equivalente al 40% del valor de adquisición de la flota, cifra que refleja el precio de mercado secundario de plataformas con cinco años de uso minero pero sin haber llegado al final de su vida útil económica, lo que fue parte del diseño estratégico del ciclo de vida formulado en la Fase III. Los ingresos por ventas se fijan en $344.925.000 anuales durante todo el período, calculados sobre la base de una tarifa diaria de $70.000 por equipo para las 15 unidades con una tasa de ocupación del 90%, coherente con los contratos de largo plazo del modelo minero y con el indicador de Utilización Efectiva diseñado en la sección anterior. La inversión inicial total asciende a $449.370.000, desglosada en $432.000.000 de costo de la flota con equipamiento miner-spec y $17.370.000 en costos de entrada como homologación, acreditaciones, seguros de primera cobertura y boletas de garantía.

Escenario 1: Evaluación del Proyecto Puro (100% Fondos Propios)

El primer escenario evalúa la capacidad de la nueva unidad de negocios minera para generar flujos de caja positivos por mérito propio, sin considerar el efecto de ninguna fuente de financiamiento externo. Supone que la empresa aporta la totalidad de los $449.370.000 de inversión inicial con patrimonio propio en el año 0, lo que resulta en una posición acumulada de $−449.370.000 antes de iniciar operaciones. Este escenario responde la pregunta más fundamental: ¿es el negocio intrínsecamente rentable?

La siguiente tabla (6) consolida el flujo de caja libre y el flujo acumulado para cada año del horizonte evaluado, junto con los indicadores de rentabilidad del proyecto.

Tabla 6: Flujo de caja del proyecto puro (CLP)

FLUJO DE CAJA SIN DEUDA						
Ítem	2025 (0)	2026	2027	2028	2029	2030
(+) Ingresos por Ventas		$ 344.925.000	$ 344.925.000	$ 344.925.000	$ 344.925.000	$ 344.925.000
(-) Costos de Ventas Base		$ 16.706.877	$ 18.377.565	$ 20.215.321	$ 22.236.853	$ 24.460.539
(-) OpEx Flota Nueva		$ 18.000.000	$ 18.000.000	$ 18.000.000	$ 18.000.000	$ 18.000.000
(-) Gastos Adm. y Ventas (GAV)		$ 57.600.000	$ 59.328.000	$ 61.107.840	$ 62.940.960	$ 64.828.800
(-) Impuesto a la Renta (27%)	27%	$ 55.246.893	$ 54.329.248	$ 53.352.496	$ 52.311.740	$ 51.201.629
(-) CapEx Máquinas nuevas	$ -432.000.000					
(-) CapEx Costo de Entrada	$ -17.370.000					
(+) Valor de Desecho (Año 2030)						$ 172.800.000
(=) FLUJO DE CAJA LIBRE	$ -449.370.000	$ 197.371.230	$ 194.890.188	$ 192.249.342	$ 189.435.446	$ 359.234.033
(=) FLUJO ACUMULADO	$ -449.370.000	$ -251.998.770	$ -57.108.582	$ 135.140.760	$ 324.576.206	$ 683.810.239
PAYBACK	2,30					
TIR	37%					
VAN	$ 343.287.550					
Tasa de Descuento	12%					

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Los resultados del modelo son sólidos. El flujo de caja libre operativo parte en $197.371.230 el año 2026 y desciende de forma gradual hasta $189.435.446 en 2029, descenso explicado íntegramente por el incremento indexado de los costos variables de venta y del GAV, los que crecen a una tasa moderada mientras los ingresos permanecen fijos en términos nominales. En el año 2030 el flujo salta a $359.234.033 por la incorporación del valor de desecho de la flota por $172.800.000, cerrando el período con un flujo acumulado total de $683.810.239.

El Valor Actual Neto (VAN) calculado a la tasa de descuento del 12% asciende a $343.287.550. Al ser sustancialmente mayor que cero, confirma que la expansión minera subterránea es económicamente viable bajo recursos propios: los flujos futuros, descontados a la tasa de exigencia mínima, superan con holgura la inversión inicial y crean valor patrimonial neto para la empresa. La Tasa Interna de Retorno (TIR) se sitúa en el 37%, casi tres veces la tasa de exigencia del 12%, lo que evidencia una holgura financiera robusta: el proyecto toleraría que sus costos operativos se incrementaran de manera considerable, o que sus ingresos disminuyeran por debajo de lo proyectado, antes de dejar de ser rentable. El payback simple se ubica en 2,30 años: la inversión inicial se recupera íntegramente transcurridos dos años y un tercio del tercer período comercial, lo que resulta acotado para una expansión de esta envergadura. El flujo acumulado confirma ese

ritmo: el proyecto cruza el punto de equilibrio en algún momento del tercer año, entre el déficit de $−57.108.582 al cierre de 2027 y el superávit de $135.140.760 al cierre de 2028.

Escenario 2: Evaluación del Proyecto Financiado (Apalancamiento al 60%)

El segundo escenario incorpora la estructura de capital propuesta para la expansión. Se modela el levantamiento de un crédito comercial bancario equivalente al 60% del costo de adquisición de la flota —es decir, $259.200.000 sobre los $432.000.000 de CAPEX de máquinas—, a un plazo de cinco años bajo el sistema de amortización francés, que distribuye el servicio de la deuda en cuotas anuales fijas e iguales. El resultado es una cuota anual de $68.376.307, que se descuenta del flujo libre operativo de los años 2026 a 2030. Como contrapartida, el aporte de capital propio de la empresa en el año 0 se reduce a $190.170.000, monto que comprende la porción propia del CAPEX de máquinas ($172.800.000, equivalente al 40% del costo de la flota) más los costos de entrada ($17.370.000). La reducción del desembolso inicial no es un detalle menor: libera $259.200.000 del patrimonio de la empresa, que quedan disponibles para otras decisiones de inversión o como colchón de liquidez.

La siguiente tabla (7) dpresenta el flujo de caja del inversionista bajo este esquema.

Tabla 7: Flujo de caja del inversionista financiado al 60% (CLP)

FLUJO DE CAJA CON DEUDA AL 60%						
Ítem	2025 (0)	2026	2027	2028	2029	2030
(+) Ingresos por Ventas		$ 344.925.000	$ 344.925.000	$ 344.925.000	$ 344.925.000	$ 344.925.000
(-) Costos de Ventas Base		$ 16.706.877	$ 18.377.565	$ 20.215.321	$ 22.236.853	$ 24.460.539
(-) OpEx Flota Nueva		$ 18.000.000	$ 18.000.000	$ 18.000.000	$ 18.000.000	$ 18.000.000
(-) Gastos Adm. y Ventas (GAV)		$ 57.600.000	$ 59.328.000	$ 61.107.840	$ 62.940.960	$ 64.828.800
(-) Impuesto a la Renta (27%)	27%	$ 48.248.493	$ 48.477.168	$ 48.761.369	$ 49.107.661	$ 49.523.301
(-) CapEx Máquinas nuevas	$ -172.800.000					
(-) CapEx Costo de Entrada	$ -17.370.000					
(-) Cuota Préstamo Bancario		$ -68.376.307	$ -68.376.307	$ -68.376.307	$ -68.376.307	$ -68.376.307
(+) Valor de Desecho (Año 2030)						$ 172.800.000
(=) FLUJO DE CAJA LIBRE	$ -190.170.000	$ 135.993.323	$ 132.365.960	$ 128.464.163	$ 124.263.219	$ 292.536.053
(=) FLUJO ACUMULADO	$ -190.170.000	$ -54.176.677	$ 78.189.283	$ 206.653.446	$ 330.916.665	$ 623.452.718
PAYBACK	1,41					
TIR	69%					
VAN	$ 373.176.532					
Tasa de Descuento	12%					

Fuente: Elaboración propia, 2026.

La primera diferencia perceptible entre ambos escenarios se encuentra en el impuesto a la renta. Bajo el escenario puro, la carga tributaria del año 2026 asciende a $55.246.893; bajo el escenario financiado, desciende a $48.248.493. Esa diferencia de $6.998.400 en el primer año es el escudo fiscal en acción: los intereses pagados al banco son gastos financieros deducibles de la base imponible, lo que reduce el EBIT tributario y, con él, el impuesto debido. El beneficio es decreciente a lo largo del horizonte porque la deuda disminuye y, con ella, la carga de intereses, pero se extiende durante los cinco años de vigencia del crédito.

El flujo de caja libre operativo parte en $135.993.323 en 2026 y desciende hasta $124.263.219 en 2029 —cifras naturalmente inferiores al escenario puro por efecto de la cuota bancaria anual de $68.376.307—, para terminar en $292.536.053 en 2030 con la incorporación del valor de desecho. No obstante, la clave de este escenario no está en el flujo anual, sino en el flujo acumulado: al haber partido de una posición inicial de solo $−190.170.000, el proyecto cruza el break-even ya en el año 2027, con un flujo acumulado de $78.189.283, es decir, un año completo antes que el escenario puro. En el año 2030 el flujo acumulado total alcanza $623.452.718.

Los indicadores de rentabilidad resultan notablemente más atractivos bajo este esquema. El VAN del inversionista sube a $373.176.532, lo que representa un incremento de $29.888.982 respecto del escenario puro. La TIR del inversionista asciende al 69%, casi el doble del 37% del escenario base, respuesta directa al efecto palanca positivo: la rentabilidad del activo —medida por la TIR del proyecto puro— supera el costo real de la deuda, de modo que cada peso financiado con crédito agrega valor al retorno del capital propio. El payback cae a 1,41 años, reduciendo el período de exposición al riesgo del inversionista a solo un año y cinco meses.

Análisis Comparativo Inter-Escenarios y Efecto del Escudo Fiscal

La comparación sistemática de ambos escenarios confirma que el financiado al 60% es la opción óptima en todas las dimensiones relevantes para la evaluación. La siguiente tabla (8) consolida esa comparación y permite leer de manera directa la magnitud de las mejoras.

Tabla 8: Comparativa de indicadores financieros entre escenarios

Indicador	**Proyecto Puro (0% deuda)**	**Proyecto Financiado (60% deuda)**	**Diferencia / variación**
VAN (Tasa 12%)	$ 343.287.550	$ 373.176.532	+ $ 29.888.982 (+8,7%)
TIR	37%	69%	+ 32 puntos porcentuales
Payback Simple	2,30 años	1,41 años	– 0,89 años (−39%)
Desembolso propio Año 0	$ −449.370.000	$ −190.170.000	– $ 259.200.000 (−58%)

Impuesto Año 2026	$ 55.246.893	$ 48.248.493	– $ 6.998.400 (escudo fiscal)
Flujo Acumulado Año 2027	$ −57.108.582	$ 78.189.283	Cruza break-even un año antes

Fuente: Elaboración propia, 2026.

La lectura de la tabla pone de manifiesto un resultado que, a primera vista, podría parecer contraintuitivo: endeudarse mejora todos los indicadores financieros, sin excepción. El VAN sube, la TIR casi se duplica, el payback cae casi un año y el desembolso propio se reduce a menos de la mitad. Para entender por qué ocurre esto conviene descomponer el fenómeno en sus dos mecanismos constitutivos: el escudo fiscal y la mitigación del costo de oportunidad.

El escudo fiscal opera a través de la deducibilidad tributaria de los intereses. En el régimen general semi-integrado chileno, los intereses pagados a acreedores financieros son un gasto deducible de la base imponible, lo que significa que parte del costo del crédito no es asumido íntegramente por la empresa, sino transferido al Estado en forma de menor impuesto. En el año 2026, el ahorro concreto asciende a $6.998.400; si bien este monto disminuye año a año a medida que el capital adeudado se amortiza y la carga de intereses se reduce, el beneficio acumulado a lo largo de los cinco años representa una transferencia neta de carga tributaria que se traduce directamente en mayor flujo de caja disponible para la empresa. En términos simples, el banco y el fisco comparten entre sí una porción del costo del financiamiento que, en el escenario puro, habría recaído íntegramente sobre la empresa.

El segundo mecanismo es la mitigación del costo de oportunidad del capital. El escenario puro obliga a comprometer $449.370.000 de liquidez propia en un solo sector de negocios. Al optar por el financiamiento al 60%, la empresa libera $259.200.000 de su patrimonio, capital que puede ser destinado a mantener la operación urbana existente, a enfrentar imprevistos de entrada al segmento minero,

como demoras en la acreditación o ajustes de costos inesperados o a diversificar sus inversiones. La preservación de esa liquidez no aparece directamente en el flujo de caja del proyecto, pero su valor estratégico es real: una empresa que inicia una expansión de esta envergadura sin reservas de capital queda expuesta a cualquier contingencia operativa sin margen de maniobra.

En síntesis, el efecto palanca positivo no es un artificio contable, sino la consecuencia natural de un proyecto cuya rentabilidad intrínseca es reflejada en la TIR del 37% donde supera de manera holgada el costo real del crédito. Cuando esa condición se cumple, incorporar deuda al financiamiento amplifica el retorno sobre el capital propio. Cuando no se cumple, es decir, cuando el costo del crédito supera la rentabilidad del activo, el apalancamiento destruye valor. En este caso, la brecha entre la rentabilidad del proyecto y el costo de la deuda es lo suficientemente amplia como para que el efecto palanca opere con fuerza, y el resultado se verifica en cada uno de los indicadores de la tabla comparativa.

9. RESULTADOS

9.1. Conclusión de la Evaluación Económica

Los resultados de la evaluación financiera de doble escenario convergen en una recomendación unívoca: la administración de José Toledo EIRL debe ejecutar la expansión minera bajo la estructura de financiamiento con deuda al 60%. Esta conclusión no descansa sobre un único indicador, sino sobre la coherencia de todos ellos. El VAN del inversionista apalancado ($373.176.532) supera al del escenario puro ($343.287.550), lo que acredita que el financiamiento con deuda crea valor adicional para la empresa.

La TIR del 69% duplica la tasa de exigencia del 12%, otorgando al proyecto una holgura financiera excepcional frente a variaciones adversas en costos o ingresos. El payback de 1,41 años, inferior a un año y medio, sitúa la recuperación del capital en un horizonte acotado que reduce de manera significativa el riesgo de exposición

del inversionista. Y la optimización tributaria derivada del escudo fiscal, lejos de ser un beneficio marginal, genera un ahorro acumulado real que se distribuye a lo largo de todo el horizonte evaluado.

Desde la perspectiva del modelo operacional diseñado en la Fase III, los supuestos de ingresos también son coherentes y defendibles. Los $344.925.000 anuales de facturación se sostienen sobre una ocupación del 90%, el umbral mínimo de los contratos mineros de largo plazo y una tarifa diaria de $70.000 por equipo, que refleja el precio de mercado del segmento. La contrapartida de esa tarifa es la disponibilidad física comprometida en el contrato: si el plan RCM y la estructura organizacional diseñados en la Fase III no logran sostener la disponibilidad por encima del 90%, los ingresos caerán y la rentabilidad se deteriorará. El modelo financiero y el modelo operacional son, en ese sentido, inseparables: uno fija la meta de ingresos y el otro define cómo alcanzarla.

En términos más amplios, el resultado de esta evaluación cierra el argumento central de la tesis. El diagnóstico histórico de la Fase I demostró que el modelo urbano opera a un promedio del 43,13% de ocupación, con un techo estructural inferior al 55% y una capacidad ociosa persistente que le impide generar el excedente necesario para renovar su flota. Las fases II y III definieron las condiciones de entrada y el modelo operacional para superar ese techo mediante contratos mineros de largo plazo. Y la Fase IV demuestra que esa transición no solo es técnicamente viable, sino financieramente superior a cualquier alternativa dentro del mercado urbano: a una TIR del 69% con un payback de 1,41 años bajo financiamiento parcial, el proyecto de expansión Greenfield constituye, con los datos disponibles, la decisión de inversión más rentable que la empresa puede adoptar en el horizonte 2025-2030.

9.2. Análisis de Sensibilidad y Resiliencia Financiera del Proyecto

Los indicadores obtenidos en el escenario base, un VAN de $373.176.532 y una TIR del 69% bajo financiamiento al 60% describen el resultado esperado del

proyecto bajo los supuestos centrales del modelo. Sin embargo, ningún proyecto de inversión se evalúa de manera responsable sobre un único punto de estimación, particularmente cuando opera en un entorno tan expuesto a variables externas como la minería subterránea. Por ello, esta sección somete los resultados financieros a dos pruebas de tensión sucesivas: primero, un análisis de sensibilidad unidimensional, que aísla el efecto de cada variable crítica por separado, y luego un análisis de escenarios multidimensional, que evalúa qué ocurre cuando todas las contingencias adversas se materializan al mismo tiempo. El objetivo de ambos ejercicios no es anticipar el futuro con precisión, sino delimitar el espacio de resultados plausibles y verificar si el proyecto conserva su atractivo incluso en sus versiones menos favorables.

9.3. Análisis de Sensibilidad Unidimensional

El análisis de sensibilidad unidimensional consiste en modificar una sola variable crítica del modelo, manteniendo el resto de los parámetros fijos en su condición de escenario base, y observar el efecto resultante sobre el VAN y la TIR del inversionista. Este procedimiento, también conocido como análisis ceteris paribus, no busca construir un escenario realista, en la práctica, varias variables suelen moverse a la vez, sino identificar cuál de ellas presenta una mayor elasticidad, es decir, cuál de ellas, ante un mismo porcentaje de variación, provoca el mayor impacto sobre la creación de valor para el inversionista. Esa jerarquía es la que permite a la administración concentrar su atención de gestión en las palancas que realmente importan.

9.4. Sensibilidad ante variaciones en la tasa de ocupación

La tasa de ocupación contractual se fijó originalmente en 90%, cifra consistente con la continuidad de marchas propia de la minería subterránea. No obstante, ese supuesto no está exento de riesgo: retrasos en los procesos de acreditación del personal ante el mandante, o ventanas de mantenimiento más prolongadas de lo previsto a causa del polvo de sílice, podrían deprimir este indicador por debajo de

la meta de diseño. Para dimensionar esa exposición, se estresa la ocupación hacia un escenario pesimista de 75%, manteniendo todo lo demás constante.

Bajo ese supuesto, el VAN desciende desde $373.176.532 hasta $221.898.944, y la TIR del inversionista se contrae del 69% al 46,09%. La lectura de este resultado es más alentadora de lo que la magnitud de la caída podría sugerir a primera vista: a pesar de perder 15 puntos porcentuales en el nivel de utilización de la flota (una caída relativa considerable), el proyecto conserva un margen de seguridad sobresaliente, generando más de $221 millones en valor presente neto y una TIR que todavía cuadruplica la tasa de descuento exigida del 12%. La ocupación es, sin duda, una variable sensible, pero el proyecto no depende de mantenerla exactamente en 90% para seguir siendo una inversión atractiva.

9.5. Sensibilidad ante variaciones en la tarifa diaria de arriendo

La segunda variable evaluada es la tarifa diaria de arriendo por equipo, fijada en $70.000 en el escenario base. En un clúster minero donde compiten varios proveedores de plataformas elevadoras, no resulta descartable que el mandante ejerza presión a la baja sobre este precio, particularmente en procesos de renovación de contrato. Se evalúa, por tanto, un escenario restrictivo en que la tarifa cae a $60.000 diarios por máquina, una reducción de un 14% sobre el valor contractual.

Ante este supuesto, el VAN cae a $243.510.028 y la TIR del inversionista se sitúa en 49,37%. De las tres variables analizadas, la tarifa es la que exhibe la mayor sensibilidad intrínseca: una caída proporcionalmente menor que la de la ocupación del 14% frente a 17% provoca un deterioro comparable del VAN, lo que confirma que el precio del servicio es la palanca de mayor apalancamiento operativo sobre la rentabilidad del proyecto. Sin embargo, el resultado sigue siendo ampliamente favorable. La explicación de fondo radica en la estructura de costos del proyecto: al tratarse de un CAPEX de adquisición relativamente bajo por unidad del orden de $28.800.000 por equipo, el negocio dispone de un margen de contribución amplio

que le permite absorber una compresión de precios sin comprometer su viabilidad financiera. La tarifa puede caer de manera significativa antes de que el proyecto deje de crear valor.

9.6. Sensibilidad ante incrementos en los costos operativos (OPEX y GAV)

La tercera variable corresponde a los costos internos de la operación. Las condiciones ambientales hostiles de la mina subterránea como las filtraciones de agua ácida y la presencia de barro denso descritas en la caracterización del entorno de la Fase III, podrían acelerar los ciclos de mantenimiento RCM, encareciendo tanto los repuestos como la logística de los turnos en faena. Para capturar ese riesgo, se modela un escenario de estrés con un incremento del 15% en los costos de ventas base y en los gastos de administración y ventas.

El efecto sobre los indicadores resulta, en este caso, comparativamente menor: el VAN se ajusta apenas a $341.314.960, una caída marginal frente al escenario base, y la TIR del inversionista se ubica en 64,25%, todavía muy por encima de la tasa de exigencia. Este resultado constituye, en rigor, una validación retrospectiva del trabajo realizado en la Fase III: la baja sensibilidad del proyecto frente a sus costos internos confirma que la estructura operacional diseñada ultra-magra en personal administrativo, sostenida sobre un plan de mantenimiento preventivo y un stock crítico de repuestos bien dimensionado, logra contener el impacto de las condiciones adversas del subsuelo antes de que estas erosionen de manera significativa la rentabilidad del negocio.

Del conjunto de las tres pruebas se desprende una jerarquía clara de sensibilidad: la tarifa diaria es la variable de mayor impacto relativo, seguida de cerca por la tasa de ocupación, mientras que los costos operativos internos, precisamente la dimensión que la empresa más puede controlar mediante su propia gestión, es la de menor incidencia. Esta jerarquía tiene una implicancia directa para la administración: el mayor riesgo del proyecto no proviene de la capacidad de la empresa para ejecutar su propio plan de mantenimiento, sino de las condiciones

comerciales que el mercado minero le imponga, lo que refuerza la importancia de negociar y resguardar contractualmente tanto la tarifa como los niveles mínimos de ocupación garantizada al momento de suscribir los contratos de largo plazo.

9.7. Análisis de Escenarios Multidimensional (Matriz de Estrés Financiero)

El análisis unidimensional, por construcción, evalúa cada riesgo de manera aislada y probablemente subestima la exposición real del proyecto, ya que en la práctica las contingencias adversas no ocurren de manera independiente entre sí: una desaceleración del clúster minero, por ejemplo, podría presionar simultáneamente a la baja tanto la tarifa como la ocupación. Para capturar esa interacción, se construye un escenario de estrés combinado, o peor caso, que asume la ocurrencia simultánea de las tres contingencias negativas evaluadas: una caída de la ocupación a 75%, una reducción de la tarifa a $60.000 diarios y un encarecimiento de los costos operativos de 15%. Junto a este escenario pesimista se construye, de manera simétrica, un escenario optimista de máxima eficiencia, que combina una tarifa de $75.000, una ocupación de 95% y una reducción de costos de 5% respecto del plan base, representando el límite superior razonable de desempeño del proyecto.

La siguiente tabla (9) consolida los tres escenarios pesimista, base y optimista junto con sus respectivos indicadores de rentabilidad, permitiendo visualizar de manera directa el rango completo de resultados posibles para el inversionista.

Tabla 9: Matriz de escenarios y rentabilidad del inversionista apalancado

Dimensión / variable	**Escenario pesimista (estrés múltiple)**	**Escenario base (plan realizado)**	**Escenario optimista (máx. eficiencia)**
Tarifa diaria por PEMP	$ 60.000	$ 70.000	$ 75.000
Tasa de ocupación efectiva	75,0%	90,0%	95,0%

Desviación en costos (OPEX/GAV)	+ 15,0%	0,0% (base)	– 5,0%
VAN del inversionista (12%)	**$ 81.981.953**	**$ 373.176.532**	**$ 475.297.051**
TIR del inversionista	**24,76%**	**68,88%**	**83,34%**
Payback simple	**2,45 años**	**1,41 años**	**1,15 años**

Fuente: Elaboración propia, 2026.

La lectura de la matriz confirma que, incluso bajo la combinación simultánea de las tres peores condiciones de mercado y de operación, el proyecto no destruye valor: el VAN del escenario pesimista se mantiene positivo en $81.981.953, y la TIR del inversionista alcanza 24,76%, cifra que duplica con holgura la tasa de descuento exigida del 12%. Resulta igualmente relevante constatar que esta caída agregada, desde $373.176.532 hasta $81.981.953, es proporcionalmente menor que la simple suma de las tres caídas individuales observadas en el análisis unidimensional, lo que indica que el efecto combinado de las contingencias no se comporta de manera estrictamente aditiva sobre el modelo: la interacción entre una menor tarifa y una menor ocupación reduce la base de ingresos sobre la que inciden ambas variables, pero esa misma base más acotada amortigua en parte el impacto proporcional de cada una por separado.

El payback bajo el escenario de estrés severo se extiende a 2,45 años, un horizonte que, si bien es superior al 1,41 años del escenario base, continúa siendo acotado: la totalidad del capital invertido por el inversionista se recupera antes de la mitad del plazo contractual de cinco años. En el extremo opuesto, el escenario optimista proyecta un VAN de $475.297.051 y una TIR de 83,34%, con un payback de apenas 1,15 años, cifras que delimitan el techo de desempeño que el proyecto podría alcanzar bajo condiciones favorables de mercado y de eficiencia operativa.

El verdadero valor de esta matriz no reside en ninguno de sus tres escenarios por separado, sino en el rango que definen en conjunto. Un proyecto cuyo peor caso

razonable no un escenario catastrófico o de baja probabilidad, sino la materialización simultánea de riesgos comerciales y operativos identificables sigue generando una TIR superior al doble de la tasa de exigencia, demuestra una resiliencia financiera que excede ampliamente el estándar habitual de un proyecto de expansión industrial. Es esa amplitud entre el peor y el mejor caso, y la solidez del propio peor caso, lo que permite a la administración tomar la decisión de invertir con un nivel de certeza considerablemente mayor que el que entregaría el solo análisis del escenario base.

9.8. Conclusión Definitiva de la Evaluación Económica

El análisis multidimensional de riesgo financiero permite concluir, de manera formal, que el proyecto de expansión de José Toledo EIRL hacia la gran minería subterránea posee una solidez económica que excede el umbral mínimo de viabilidad en todas las condiciones razonablemente previsibles. Incluso bajo el escenario pesimista, en el que confluyen de manera simultánea las peores variables de mercado y de operación, el proyecto arroja un VAN positivo de $81.981.953 y una TIR de 24,76%, cifra que duplica la tasa de descuento exigida del 12%. El período máximo de recuperación de capital bajo ese estrés severo se sitúa en 2,45 años, lo que asegura el retorno total del patrimonio invertido antes de alcanzar la mitad del horizonte contractual evaluado.

En consecuencia, los indicadores financieros desarrollados a lo largo de toda la Fase IV, desde el escenario base hasta sus versiones estresadas, ratifican que el proyecto Greenfield no es solamente rentable bajo los supuestos centrales del modelo, sino estructuralmente resiliente frente a las fluctuaciones propias del mercado minero y eficiente en la creación de valor económico bajo la modalidad de financiamiento al 60%. Esta conclusión cierra, con el respaldo de la evidencia cuantitativa más exigente disponible para esta investigación, el argumento desarrollado a lo largo de toda la tesis: la transición de José Toledo EIRL desde el modelo urbano de capacidad ociosa hacia la gran minería subterránea constituye

una decisión de inversión sólida, defendible y robusta incluso ante el escenario más adverso que razonablemente cabe anticipar.

10. CONCLUSIONES

El punto de partida de esta investigación fue un diagnóstico inquietante: una empresa con una flota de Plataformas Elevadoras Móviles de Personal completamente pagada y libre de deuda financiera que, sin embargo, operaba con una tasa de ocupación promedio de apenas 43,13% a lo largo de seis años, incapaz de superar de manera estructural el 55% de utilización incluso en sus mejores ejercicios comerciales. Ese hallazgo, lejos de ser un dato aislado, reveló un techo estructural inherente al modelo de arriendo urbano: un negocio sostenido sobre clientes transitorios y contratos breves, expuesto de lleno a la ciclicidad del sector construcción, y sin capacidad de generar el excedente de caja necesario para renovar su propia flota antes de que esta cayera en obsolescencia técnica.

Frente a ese diagnóstico, la pregunta que orientó todo el desarrollo posterior de la tesis fue si existía una alternativa estratégica capaz de revertir esa condición, y si dicha alternativa era, al mismo tiempo, técnicamente factible, operacionalmente sostenible y financieramente superior a la continuidad del modelo actual. El presente trabajo evaluó esa alternativa, la expansión hacia la minería subterránea mediante la adquisición de una flota Greenfield de 15 PEMP nuevas, a través de un desarrollo sistemático en cuatro fases: el diagnóstico financiero e identificación del problema, el análisis del marco normativo y de las brechas de homologación, el diseño del modelo operacional y de gestión de activos, y la evaluación económica bajo condiciones de incertidumbre. De la integración de esas cuatro fases se desprenden las conclusiones que se exponen a continuación.

Viabilidad Estratégica y Posicionamiento de Mercado

La primera conclusión de esta tesis es que el ingreso al clúster de la minería subterránea no constituye una simple diversificación de clientes, sino una transformación estructural del modelo de negocios de la organización. El mercado

urbano en el que José Toledo EIRL ha operado históricamente se caracteriza por bajas barreras de entrada, una competencia atomizada entre múltiples proveedores pequeños y una demanda fragmentada en contratos de corta duración, condiciones que, como demostró el diagnóstico de la primera fase, imponen un techo de utilización que ninguna mejora de gestión comercial logra quebrar de manera sostenida. La minería subterránea, en cambio, opera bajo una lógica radicalmente distinta: barreras de entrada altas, tanto normativas como institucionales, un número acotado de mandantes y contratos de largo plazo que comprometen niveles de utilización garantizados. Migrar de un entorno a otro no es, por tanto, un ajuste incremental, sino un cambio de naturaleza del negocio.

La segunda conclusión de este apartado es que la demanda que sustenta este proyecto no es especulativa, sino que responde a una necesidad estructural de la propia industria minera. Las exigencias de seguridad y de continuidad operativa en subsuelo, documentadas en el marco normativo de la Fase II y traducidas en especificaciones técnicas concretas en el diseño de la flota justifican por sí solas la introducción de equipos completamente nuevos, homologados desde su fabricación bajo el estándar ISO 16368 y dotados de un conjunto de sistemas de seguridad activa que ninguna máquina de origen urbano podría igualar sin una reconversión costosa. Esa necesidad técnica se traduce, en el plano comercial, en contratos de largo plazo bajo una tarifa preferencial de $70.000 diarios por equipo, cifra que no compite con el mercado spot urbano, sino que responde al valor que el propio mandante minero le asigna a contar con un proveedor que cumple, desde el origen, con su estándar de seguridad y de confiabilidad.

En conjunto, ambas conclusiones permiten afirmar que el proyecto de expansión no busca simplemente vender más horas de máquina, sino reposicionar a la empresa en un segmento de mercado de mayor sofisticación, en el que la competencia ya no se libra por precio entre decenas de arrendadores urbanos, sino por la capacidad de cumplir un estándar técnico e institucional que actúa, en la práctica, como una barrera de entrada en favor de quien logra superarla primero.

Sostenibilidad Operacional y Gestión de Activos

La viabilidad estratégica descrita en el apartado anterior sería, sin embargo, una promesa vacía si la empresa careciera de la capacidad operacional para sostenerla en el tiempo. Por ello, la tercera fase de esta investigación se dedicó por completo a diseñar el modelo operacional que hace posible cumplir, de manera consistente, los compromisos de disponibilidad que exige un contrato minero de largo plazo. La conclusión central de esa fase es que el entorno de subsuelo caracterizado por un ambiente altamente abrasivo de polvo de sílice, por humedad y agua de infiltración de pH ácido, y por una carpeta de rodado irregular con pendientes pronunciadas, impone un perfil de desgaste acelerado que ninguna estrategia de mantenimiento reactivo, como la practicada históricamente en el segmento urbano, sería capaz de contener.

Frente a ese desafío, el diseño de un plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), sustentado en un análisis de modos y efectos de falla específico para las condiciones de subsuelo y estructurado en ciclos preventivos de 250, 500 y 1.000 horas, demuestra ser la respuesta técnica adecuada: no pretende eliminar toda falla posible, sino concentrar los recursos de mantenimiento en aquellas que comprometerían la seguridad de los operarios o la continuidad del contrato. A ese plan se suma una estructura organizacional en terreno, con personal técnico residente, turnos espejo de modalidad 7×7 que garantizan cobertura las veinticuatro horas del día, y una infraestructura logística distribuida entre un contenedor-bodega de superficie y una unidad móvil de rescate técnico diseñada específicamente para mitigar el efecto de los tiempos de traslado dentro de la mina, que de otro modo comprometerían de manera severa los indicadores de mantenibilidad.

Es precisamente este soporte técnico operativo, y no una proyección comercial optimista, lo que vuelve sustentable y realista sostener una tasa de ocupación efectiva del 90% a lo largo de todo el horizonte de evaluación 2026-2030. La cuarta conclusión de este apartado es, en ese sentido, la más importante desde el punto

de vista metodológico: el modelo operacional no es un capítulo independiente del modelo financiero, sino su fundamento. Los indicadores de disponibilidad física, confiabilidad y mantenibilidad diseñados en la Fase III no son métricas de gestión interna sin consecuencia económica; son, en rigor, los supuestos operativos que sostienen cada uno de los ingresos proyectados en la evaluación financiera. Maximizar la utilización de los activos sin acelerar su obsolescencia prematura, el equilibrio que persigue todo el diseño de la Fase III es, por tanto, la condición que hace posible, y no solo deseable, el resultado financiero que se describe a continuación.

Optimización Financiera y Estructura de Capital

Una vez establecida la viabilidad estratégica del proyecto y validada la capacidad operacional para sostenerlo, la pregunta que restaba por responder era de naturaleza financiera: ¿con qué estructura de capital debía la empresa abordar esta expansión? La evaluación económica desarrollada en la Fase IV aporta la evidencia cuantitativa necesaria para resolver esa interrogante, mediante la comparación sistemática de dos escenarios de financiamiento mutuamente excluyentes.

El primero de ellos, el escenario del proyecto puro financiado en su totalidad con recursos propios, cumple una función metodológica precisa: demuestra la nobleza intrínseca del negocio minero, aislada de cualquier efecto de apalancamiento. Bajo ese escenario, el proyecto arroja un Valor Actual Neto de $343.287.550 y una Tasa Interna de Retorno del 37%, con un período de recuperación de capital de 2,30 años. Estos indicadores, por sí solos, ya serían suficientes para recomendar la ejecución del proyecto: confirman que la expansión hacia la minería subterránea genera valor patrimonial neto por mérito propio, sin necesidad de ningún financiamiento externo que mejore artificialmente su atractivo.

El segundo escenario, sin embargo, revela una conclusión todavía más relevante para la toma de decisiones corporativas: la incorporación de un crédito comercial bancario por $259.200.000, equivalente al 60% del CAPEX de las máquinas, no se

limita a reducir el desembolso inicial de la empresa, sino que maximiza de manera simultánea todos los indicadores de rentabilidad patrimonial. Bajo esa estructura, el VAN se eleva a $373.176.532, la TIR del inversionista escala al 69%, prácticamente el doble que en el escenario sin deuda, y el período de recuperación de la inversión propia en el Año 0 se contrae a solo 1,41 años. La superioridad del escenario apalancado sobre el escenario puro en absolutamente todos los indicadores evaluados constituye, en sí misma, la conclusión financiera central de esta tesis: para José Toledo EIRL, financiar la expansión con un 60% de deuda no es solamente una opción viable, sino la decisión de estructura de capital que maximiza el valor creado para sus propietarios.

El Rol Crítico del Escudo Fiscal y la Mitigación del Riesgo

La pregunta natural que se desprende de la conclusión anterior es por qué el endeudamiento mejora la rentabilidad del inversionista en lugar de simplemente trasladarle un costo financiero adicional. La respuesta que entrega esta investigación se sostiene sobre dos mecanismos complementarios, cuya comprensión resulta indispensable para defender la recomendación final del proyecto.

El primero es la eficiencia tributaria legal derivada del escudo fiscal. En el marco del régimen general semi-integrado vigente en Chile, los intereses pagados por concepto de deuda financiera constituyen un gasto deducible de la base imponible afecta al Impuesto a la Renta del 27%. Al incorporar el crédito bancario, la empresa reduce su carga impositiva líquida en $6.998.400 solo durante el primer año de operación, beneficio que se extiende, de forma decreciente, a lo largo de toda la vigencia del crédito. Ese ahorro tributario no es un artificio contable ni una optimización agresiva de carácter cuestionable: es una consecuencia directa y legítima de la normativa tributaria chilena, y su efecto se traduce, peso a peso, en mayor caja disponible para el inversionista. El incremento en la creación de valor que exhibe el escenario financiado responde, en esa medida, al aprovechamiento legal de ese beneficio.

El segundo mecanismo es la mitigación del riesgo y la resiliencia del proyecto ante la incertidumbre, evaluada mediante el análisis de sensibilidad desarrollado al cierre de la Fase IV. Lejos de limitarse a reportar el resultado de un escenario único y favorable, esta investigación sometió el modelo financiero a una batería de pruebas de tensión: primero, aislando el efecto individual de la ocupación, la tarifa y los costos operativos, y luego combinando las tres contingencias adversas de manera simultánea en un escenario de estrés severo. El resultado de esa prueba es la conclusión más exigente, y por ello la más persuasiva, de todo el trabajo: incluso bajo un escenario que combina una caída de la ocupación a 75%, una baja de la tarifa a $60.000 diarios y un alza de costos operativos de 15%, es decir, la materialización simultánea de las tres peores condiciones de mercado y de operación identificadas, el proyecto mantiene un Valor Actual Neto positivo de $81.981.953 y una Tasa Interna de Retorno de 24,76%, cifra que duplica la tasa de descuento exigida del 12%. Esa resiliencia demostrada bajo estrés es la que permite afirmar, con un nivel de certeza considerablemente mayor que el que entregaría el solo análisis de un escenario base, que la inversión analizada en esta tesis no destruirá valor económico para la firma incluso en sus configuraciones de mercado menos favorables.

Aporte Metodológico del Trabajo

Más allá de los resultados específicos obtenidos para José Toledo EIRL, esta tesis deja una contribución metodológica que trasciende el caso particular evaluado. La literatura de evaluación de proyectos suele tratar el análisis financiero como una etapa relativamente autónoma, alimentada por supuestos de ingresos y costos que se toman como datos de entrada ya validados. El recorrido seguido en este trabajo propone, en cambio, una arquitectura distinta: cada parámetro central del modelo financiero como la tarifa diaria, la tasa de ocupación, el GAV, el OPEX, fue construido de manera ascendente a partir de un diagnóstico normativo y de un diseño operacional explícitos, y no asumido de manera exógena. La tarifa de $70.000 diarios no es un valor de mercado tomado sin más, sino la contrapartida de

un conjunto de especificaciones técnicas y de homologaciones institucionales documentadas en la Fase II; la ocupación del 90% no es una meta comercial optimista, sino la consecuencia esperable de un plan de mantenimiento y de una estructura organizacional diseñados específicamente para sostenerla, según se desarrolló en la Fase III.

Esa arquitectura de trazabilidad, en la que cada cifra del modelo financiero puede rastrearse hasta un capítulo técnico u operacional concreto que la sustenta, constituye el aporte metodológico distintivo de esta investigación desde la perspectiva de la Ingeniería Comercial: no se trata solamente de calcular un VAN y una TIR atractivos, sino de demostrar, paso a paso, por qué esos supuestos son razonables y defendibles. Esa misma estructura (diagnóstico, marco normativo, diseño operacional y evaluación financiera integrada) es replicable para evaluar otras decisiones de diversificación industrial en empresas de menor tamaño que buscan acceder a sectores regulados y de alta exigencia técnica, como es, en general, el caso de la gran minería chilena para el universo de proveedores Pyme del país.

Limitaciones del Estudio y Líneas de Trabajo Futuras

Como en toda investigación de esta naturaleza, los resultados alcanzados deben leerse a la luz de los supuestos sobre los que se construyó el modelo, y es responsabilidad de este trabajo dejarlos explícitos. La evaluación financiera asume una tarifa diaria, una tasa de ocupación y una estructura de costos estables en términos reales a lo largo de cinco años, supuestos razonables dentro del horizonte de un contrato de largo plazo, pero que dependen, en última instancia, de la negociación efectiva de esas condiciones con un mandante minero específico, negociación que excede el alcance de esta tesis. De manera similar, el modelo operacional se diseñó sobre la base de los factores de estrés característicos de la minería subterránea de la zona central; su aplicación a una faena de otra zona geográfica, particularmente a una de mayor altitud, exigiría revisar con mayor detalle

las exigencias de salud ocupacional asociadas a la hipoxia hipobárica, que en este trabajo se trataron con el nivel de generalidad propio del marco normativo nacional.

Quedan, en consecuencia, al menos tres líneas de trabajo abiertas para una investigación posterior o para la etapa de implementación del proyecto. La primera es el desarrollo de un proceso formal de homologación ante un mandante minero concreto, que permita contrastar los supuestos de tarifa y de ocupación contractual aquí utilizados con las condiciones reales de una licitación específica. La segunda es la incorporación de datos operacionales reales una vez iniciada la fase de operación de la flota, que permitirían calibrar el plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y los indicadores de disponibilidad y mantenibilidad con información empírica propia de la empresa, en lugar de los parámetros de diseño utilizados en esta etapa de evaluación ex ante. La tercera es la extensión del análisis financiero hacia una eventual segunda fase de expansión, una vez recuperada la inversión inicial, que evalúe si la curva de aprendizaje obtenida en el primer contrato minero permite a José Toledo EIRL escalar su flota de PEMP más allá de las quince unidades evaluadas en este trabajo.

Análisis Final

La integración de las cuatro fases desarrolladas a lo largo de esta tesis compuesta por el diagnóstico financiero del modelo urbano, el análisis del marco normativo y de las brechas de homologación minera, el diseño del modelo operacional y de gestión de activos, y la evaluación económica bajo condiciones de incertidumbre permite concluir, de manera formal, que el proyecto de expansión de José Toledo EIRL hacia la gran minería subterránea es estratégicamente oportuno, operacionalmente viable y financieramente rentable. Cada una de estas tres dimensiones fue evaluada de manera independiente y con sus propios criterios de exigencia, y las tres convergen en una misma dirección: la transición desde un modelo urbano estructuralmente limitado a un techo de ocupación inferior al 55% hacia un modelo de contratos mineros de largo plazo con ocupaciones garantizadas

de entre 80% y 90% no es solamente posible, sino la decisión de inversión que mejor resuelve el problema diagnosticado al inicio de esta investigación.

La recomendación definitiva de este trabajo, tanto para efectos de la obtención del grado académico como para la ejecución empresarial efectiva, es aprobar el proyecto de expansión bajo la estructura de financiamiento con un 60% de deuda. Esta estructura no solo recupera el capital invertido en un plazo acotado de 1,41 años bajo condiciones normales de operación, y de 2,45 años incluso bajo el escenario de estrés más severo evaluado, sino que aprovecha de manera legítima el escudo fiscal disponible en la legislación tributaria chilena y libera capital propio que la empresa puede destinar a sostener su operación urbana existente o a enfrentar contingencias durante la fase de entrada al nuevo segmento. Con ello, la presente investigación entrega a José Toledo EIRL no solo la validación académica de una idea de negocio, sino una hoja de ruta técnica, operacional y financiera concreta para consolidar su crecimiento sostenible dentro del mercado de la gran minería chilena.

Bibliografía:

Aprimin (Asociación de Proveedores Industriales de la Minería). *Reporte de Sostenibilidad y Caracterización de Proveedores METS*.

Asociación de Industriales de Antofagasta. (2026). *SICEP llama a empresas a actualizar sus datos: proceso es clave para acceder a nuevas oportunidades de negocio en la industria.* Disponible en:https://www.aia.cl/sicep-llama-a-empresas-a-actualizar-sus-datos-proceso-es-clave-para-acceder-a-nuevas-oportunidades-de-negocio-en-la-industria/

Banco Central de Chile. (2026). *Participación por clase de actividad económica, series empalmadas, referencia 2013.* Minería.

Campbell, J. D., & Jardine, A. K. S. (2001). *Maintenance Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions*. Marcel Dekker.

CCM-Eleva (Consejo de Competencias Mineras). *Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena*.

Centro de Capacitación Minera y Eleva. (2023). *Estudio de Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2023-2032.*

Coase, R. H. (1937). *The nature of the firm. Economica*, 4(16), 386–405.

Codelco Chile. *Estándares de Control de Fatalidades (ECF)*. ECF N°2: Trabajo en Altura Física.

Codelco. (2017). *Resumen ejecutivo: Bases de precalificación*. Disponible en: https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/docs/20170512/20170512083457/resumen_ejecutivo___bases_de_precalificaci_n.pdf

Cochilco (Comisión Chilena del Cobre)**.** *Inversión en la Minería Chilena: Catastro de proyectos*.

Dunning, J. H. (1988). *The eclectic paradigm of international production: A restatement and some possible extensions*. *Journal of International Business Studies*, 19(1), 1–31.

International Organization for Standardization (2014). *ISO 16368: Mobile elevating work platforms: Design, calculations, safety requirements and test methods*. Geneva, Switzerland.

International Organization for Standardization (2014). *ISO 55000: Asset management: Overview, principles and terminology*. Geneva, Switzerland.

International Organization for Standardization (2018). *ISO 31000: Risk management: Guidelines*. Geneva, Switzerland.

Ministerio de Minería de Chile. (2022). Concesiones mineras en Chile. Disponible en: https://www.minmineria.gob.cl/media/2022/01/MinMineri%CC%81a-2022-Concesiones-Mineras.pdf

Ministerio de Minería (2004). *Decreto Supremo Número 132: Reglamento de Seguridad Minera*. Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile.

Ministerio del Trabajo y Previsión Social (1968). *Ley N° 16.744: Establece normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Ministerio de Salud (1999). *Decreto Supremo Número 594: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance (RCM)*.

Servicio Nacional de Geología y Minería. (2025). *Anuario de la minería de Chile 2024* (pp.166 y 168). SERNAGEOMIN.

Sociedad Nacional de Minería. (2026, 13 de enero). *SONAMI fija prioridades y desafíos del sector minero para 2026*.

Superintendencia de Seguridad Social (SUSESO) (2017). *Circular N° 3345: Instruye a los organismos administradores sobre el procedimiento ante accidentes del trabajo fatales y graves*.

Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*.