



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE GESTIÓN PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA
CONCENTRADORA**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE
EMPRESAS**

LUCÍA ALEJANDRA GÓMEZ ARAYA

**PROFESOR GUÍA:
LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
LORETO BURGOS RODRÍGUEZ
ANDRÉS MADRID ROJAS**

**SANTIAGO DE CHILE
2023**

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS.
POR: LUCÍA ALEJANDRA GÓMEZ ARAYA
FECHA: 2023
PROF. GUÍA: LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN**

PLAN DE GESTIÓN PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA CONCENTRADORA

La implementación efectiva y eficiente de proyectos, siempre ha sido una meta para las industrias intensivas en capital, como la minería. Un factor de gran incidencia en el retorno de la inversión al evaluar un proyecto minero es la cantidad de tiempo requerida desde la aprobación del proyecto hasta alcanzar la tasa de producción de diseño. Mientras más corto sea este periodo, más se incrementa comparativamente la tasa de retorno de la inversión. Usualmente, el foco estaba puesto en optimizar el programa general del proyecto mediante la disminución del tiempo de ingeniería y construcción, reduciendo los tiempos hasta alcanzar la etapa de producción. Sin embargo, el periodo comprendido desde el comisionamiento hasta alcanzar la tasa de diseño puede tener un impacto significativo en el retorno de la inversión (Tribe & Johnson, 2008).

El proceso de preparar el sistema para operar a las condiciones de diseño, de manera confiable desde el comisionamiento, tendrá una importante influencia en la ejecución de un *ramp up* de acuerdo con lo planificado. Una ejecución efectiva de un plan de puesta en marcha (PEM) sólido, puede ser el catalizador para alcanzar los mejores resultados posibles (Tribe & Johnson, 2008). Considerando lo anterior, se llevó a cabo un plan de gestión para la puesta en marcha de una planta concentradora genérica, utilizando las mejores prácticas identificadas por varios autores, y utilizando *frameworks* de gestión estratégica para sistematizar el análisis. Las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas incluidas en el diagnóstico pretenden ser una colección de características y situaciones que pueden estar presentes en la industria minera, y se presentan de forma demostrativa. En la práctica, estas características y situaciones son propias de cada organización y sus circunstancias, por tanto, no se deben generalizar los escenarios descritos en este ejercicio ni las acciones propuestas. El valor de este ejercicio es la aplicación de una metodología sistemática de análisis estratégico y técnico para preparar una puesta en marcha (PEM).

El texto describe una metodología que permitió realizar un análisis sistemático y multidimensional para manejar las amenazas y debilidades de una empresa minera. Se propusieron acciones concretas para potenciar los aspectos positivos y manejar los negativos, logrando contrarrestar la heterogeneidad en el conocimiento experto, la capacidad de manejo de situaciones críticas y el entendimiento metalúrgico del proceso-del equipo de operaciones. Sin embargo, se prevé que la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso, presentaría un nivel de riesgo superior, lo que requeriría atención y posiblemente intervención de otras áreas de la empresa.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION Y JUSTIFICACIÓN	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
3	MARCO CONCEPTUAL	4
3.1	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA.....	4
3.1.1	Crear una visión centrada en el futuro	4
3.1.2	Seguimiento del progreso basado en objetivos estratégicos.....	4
3.2	HERRAMIENTAS PARA ANALISIS ESTRATÉGICO	5
3.2.1	Análisis FODA	5
3.2.2	Análisis PESTEL	6
3.2.3	McKinsey 7S.....	9
3.3	CONCEPTO GENERAL DE PUESTA EN MARCHA.....	11
3.4	FACTORES CRÍTICOS PARA EL ÉXITO DEL COMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA	12
3.4.1	Programación de la implementación.....	15
3.5	IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS	16
3.6	INTEGRACIÓN DE SISTEMAS	19
3.7	COMISIONAMIENTO EFECTIVO	20
3.7.1	Filosofía de responsabilidad compartida.....	20
3.7.2	Planificación para un comisionamiento seguro	20
3.7.3	Definición de roles y responsabilidades	21
3.8	GESTION DEL CONOCIMIENTO	21
3.8.1	Definición de conocimiento	21
3.8.2	Gestión del conocimiento.....	22
3.8.3	Aplicación de gestión del conocimiento en industrias	25
4	METODOLOGIA PROPUESTA.....	29
4.1	Nueva Planta Concentradora	29
4.1.1	Aspectos Contractuales.....	30
4.1.2	EM – Aspectos Organizacionales	30
4.1.3	NPC - Aspecto Técnicos.....	31
4.1.4	NPC - Aspectos Organizacionales.....	31
4.1.5	Terceras Partes	32
4.2	Aspecto Estratégico	32

4.3	Aspecto Técnico.....	34
4.3.1	Gestión de <i>stakeholders</i>	36
4.3.2	Gestión del conocimiento.....	37
4.3.3	Gestión del Proyecto	37
4.3.4	Gestión de Riesgos de Salud y Seguridad del Proyecto	37
5	DESARROLLO METODOLÓGICO Y RESULTADOS	38
5.1	RESULTADOS ANÁLISIS EXTERNO.....	38
5.1.1	Nivel Macro	38
5.2	ANÁLISIS INTERMEDIO.....	42
5.2.1	PESTEL.....	42
5.2.2	McKinsey 7S.....	45
5.3	ANÁLISIS INTERNO.....	52
5.3.1	Análisis Interno Organización PEM.....	52
5.4	ANÁLISIS FODA.....	61
5.4.1	Intermedio vs Externo.....	62
5.4.2	Interno vs Intermedio	64
5.4.3	Interno vs Externo	67
5.4.4	Interno vs Interno.....	68
5.5	ACCIONES PRINCIPALES DEL PLAN ESTRATÉGICO A PARTIR DE LOS RESULTADOS FODA.....	70
5.6	PLAN ESTRATÉGICO PROPUESTO	82
6	CONCLUSIÓN.....	98
7	BIBLIOGRAFÍA.....	100
	ANEXO A.....	104
	ANEXO B.....	110

1 INTRODUCCION Y JUSTIFICACIÓN

La minería es una de las actividades económicas más importantes para el país, siendo el cobre el mineral de mayor importancia económica actualmente. Al año 2021, la minería del cobre en Chile produjo 5.625 ktm de cobre fino (COCHILCO, 2022), lo que generó ventas por 53.423 millones de USD (COCHILCO, 2022).

Conforme pasa el tiempo, las leyes promedio de los yacimientos que se empiezan a explotar van decreciendo, y la complejidad de sus minerales va incrementando (Mills, 2022). Esto conduce a que la minería del cobre sea un negocio de escalas gigantescas (Mills, 2022). Del total de cobre producido, la gran minería produjo un 97% de éste (Sernageomin, 2020). Se suele considerar como gran minería a yacimientos que producen más de 75.000 toneladas de cobre blíster anualmente (LEY N° 16.624, 1967). Una vez se encuentra un yacimiento, la construcción de una de estas faenas suele involucrar inversiones del orden de los 5 - 12 miles de millones de USD (Mills, 2022). Esto involucra una planificación inicial muy detallada, la construcción propiamente tal, y la puesta en marcha de su proceso. Todo esto tiene una complejidad importante, debido a la enorme magnitud de estas operaciones, la complejidad de sus procesos (Cagno, et al., 2002), su ubicación en sitios alejados de los centros urbanos y usualmente con climas inhóspitos, en conjunto con las cada vez más estrictas normativas ambientales, y limitaciones del recurso hídrico. Para hacer frente a estos desafíos, se requiere de un trabajo multidisciplinario que involucra a cientos de expertos, e involucra una estrecha colaboración entre una multiplicidad de empresas distintas, y diferentes gerencias de las empresas mineras, encargadas de diferentes aspectos del proyecto, lo que a su vez también contribuye a la complejidad (Cagno, et al., 2002).

Durante las últimas décadas, los inversionistas han perdido miles de millones de dólares en proyectos de la industria minera que no se desempeñaron tan bien como esperaban sus desarrolladores. La forma más común de fracaso ha sido la incapacidad de generar una ganancia rápidamente, y el logro retrasado de la tasa de producción planificada ha sido la causa principal (McNulty, 2004). Pese a que los procesos de planificación suelen ser muy exhaustivos, la mayoría de las veces se encuentran dificultades, problemas e imprevistos. Un estudio presentado por Matthieu Dussud de McKinsey en la convención anual de la Asociación de Prospectores y Desarrolladores de Canadá (PDAC) ha demostrado que uno de cada cinco "megaproyectos" completados entre 2008 y 2018 sufrió sobrecostos y sobrecostos significativos

De los 41 proyectos encuestados, todos con un gasto de capital de \$500 millones o más, el 19 % sufrió un exceso de presupuesto de más del 100 %. De estos proyectos, el retraso promedio en el cronograma fue de 29 meses (Gleeson, 2019). Alrededor del 44 % de los 41 proyectos se vieron afectados por sobrecostos presupuestarios del 15 al 100 %, con un retraso promedio de siete meses y medio, mientras que el 17 % estaban "dentro de lo estimado", con menos del 15 % por encima del presupuesto de gastos de capital. De esos proyectos encuestados, solo el 20% no sufrieron sobrecostos ni sobrecostos (Gleeson, 2019).

Claramente, el desempeño de una puesta en marcha tiene un profundo efecto en el éxito financiero de un proyecto, y si bien parece haber unanimidad sobre la frecuencia

y la naturaleza de los proyectos fallidos (McNulty, 2004), aún queda bastante que aprender de los errores e las últimas décadas

Debido a lo anterior, se hace necesario robustecer el cuerpo de conocimiento relativo a la puesta en marcha de proyectos mineros, ya que, si bien son eventos poco frecuentes, su tremendo impacto económico y frecuentes problemas traen consigo grandes consecuencias para las empresas mineras.

Este trabajo propone contribuir a enfrentar de mejor manera una parte del importante desafío que implica la planificación y acciones previas a la puesta en marcha de una planta concentradora de mineral de cobre, con foco en la coordinación de las diferentes áreas de una empresa de la gran minería. El enfoque de esta tesis se basa en un caso demostrativo, efectuando la planificación estratégica de la puesta en marcha de una planta concentradora. La planificación estratégica permitirá utilizar el conocimiento disponible para documentar la dirección deseada de una empresa u organización. Este proceso se utiliza para priorizar esfuerzos, asignar recursos de manera efectiva, alinear a los empleados con los objetivos de la organización, entre otros.

Se aspira a que este ejercicio sirva de ejemplo a ingenieros que se vean enfrentados a un desafío de puesta en marcha en el futuro, y los introduzca a un set de metodologías que les permitan anticiparse y manejar satisfactoriamente los diferentes tipos de riesgos y desafíos que involucra el trabajo entre las diferentes áreas de una empresa minera, en el marco de una puesta en marcha, minimizando así los potenciales impactos negativos que pudieran tener éstos para el negocio minero.

2 OBJETIVOS

El objetivo de esta tesis es establecer el plan de gestión de la puesta en marcha de una planta concentradora, mediante la introducción de un set de metodologías de análisis estratégico, que permita anticiparse y manejar satisfactoriamente los diferentes tipos de riesgos y desafíos que involucra el trabajo entre las diferentes áreas de una empresa minera, minimizando así los potenciales impactos negativos que pudieran tener éstos para el negocio minero.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar una metodología de trabajo para realizar un análisis estratégico de la organización, mediante el uso combinado de herramientas como PESTEL, McKinsey 7S y FODA.
- Elaborar un plan estratégico de gestión de la Puesta en Marcha, para la Superintendencia de Producción Concentradora, a partir de los resultados del FODA y de la revisión de mejores prácticas para procesos de puesta en marcha, extraídos a partir del marco conceptual elaborado para este documento.

3 MARCO CONCEPTUAL

3.1 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

La planificación estratégica es el proceso organizativo continuo de utilizar el conocimiento disponible para documentar la dirección deseada de una empresa u organización. Este proceso se utiliza para priorizar esfuerzos, asignar recursos de manera efectiva, alinear a los accionistas y empleados con los objetivos de la organización y garantizar que esos objetivos estén respaldados por datos y un razonamiento sólido (Cote, 2020).

La planificación debe ser entendida como un sistema compuesto por un grupo de componentes, cada uno de los cuales tiene una función que cumplir y un concepto asociado. Desde la perspectiva de la dirección por objetivos, podrían definirse tres elementos básicos: los objetivos, los criterios de medida y las acciones (Concepción, 2007).

Es importante resaltar que la planificación estratégica es un proceso que requiere reevaluación continua, no un proceso único, el cual debe adaptarse a las oportunidades y amenazas imprevistas. Las organizaciones con estrategias exitosas evolucionan y -en muchas ocasiones- se alejan de sus planes estratégicos originales (Cote, 2020).

3.1.1 Crear una visión centrada en el futuro

Un beneficio importante de la planificación estratégica es que crea una visión única y enfocada hacia el futuro que puede alinear a las organizaciones y sus accionistas. Al hacer que todos conozcan los objetivos de la empresa, cómo y por qué se eligieron esos objetivos y qué pueden hacer para ayudar a alcanzarlos, puede crear un mayor sentido de responsabilidad en toda su organización. Por ejemplo, si un gerente no tiene clara la estrategia de su organización o el razonamiento utilizado para elaborarla, podría tomar decisiones a nivel de equipo que contrarresten los esfuerzos organizacionales (Cote, 2020).

3.1.2 Seguimiento del progreso basado en objetivos estratégicos

El objetivo es el propósito, lo que se desea y parece probable obtener en el período de tiempo que se planifica; el criterio de medida es el indicador, la forma en que se medirá que el objetivo se ha cumplido, y las acciones son las actividades que deben desarrollarse para garantizar el criterio de medida, es decir, el indicador que nos hemos propuesto (Concepción, 2007).

Al planificar la estrategia de una empresa y definir sus objetivos, éstos pueden extenderse a unidades de negocio, departamentos, equipos e individuos. Esto garantiza que todos los niveles de la organización estén alineados y puedan tener un impacto positivo en los indicadores y el rendimiento de una empresa. Es importante recordar que, aunque la

estrategia pueda ser de gran alcance y estructurada, debe seguir siendo ágil. La estrategia de una empresa debe evolucionar con los desafíos y las oportunidades que encuentra (Cote, 2020).

3.2 HERRAMIENTAS PARA ANALISIS ESTRATÉGICO

Una de las principales determinantes del éxito o fracaso de las organizaciones tiene relación con el grado de calce entre las capacidades de la organización y los desafíos que ésta enfrenta (Kay, 1993). En línea con esto, una corriente de pensamiento de estrategia organizacional llamada teoría de la contingencia enfatiza que no hay una mejor forma de organización, sino que el éxito se alcanza cuando hay concordancia entre la organización a su entorno (Steiner, 1980; Grinyer, et al., 1986).

A raíz de esto se propone un análisis estratégico basado en el contraste sistemático de la organización con su entorno, mediante la metodología FODA (Ansoff & Stewart, 1967; Minsky & Aron, 2021). Este framework requiere inputs de información que emanan de un análisis interno de la organización, y de un análisis del entorno, también llamado análisis externo. Para el análisis del entorno en el cual se desenvuelve la organización se utilizará la metodología PESTEL (Aguilar, 1967), y para el análisis interno se utilizará la metodología McKinsey 7S (Waterman, et al., 1980).

3.2.1 Análisis FODA

Esta metodología se origina en la década de 1960, pero sigue siendo hasta el día de hoy una de las más ampliamente utilizadas en el ámbito de análisis estratégico (Ansoff & Stewart, 1967; Minsky & Aron, 2021).

El término "FODA" se refiere a fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas. Las fortalezas y debilidades son factores internos: existen dentro de la organización (o dentro de una asociación, si es relevante para un proyecto que se esté analizado). Las oportunidades y amenazas son externas: existen fuera de la organización (Piercy & Giles, 1989). FODA es una herramienta ampliamente utilizada y bastante conocida; el método descrito aquí incorpora un par de cambios del FODA ordinario, destinados a producir un resultado lo más sólido posible.

El FODA se ha realizado a menudo en el orden que implica el nombre: primero examinando las fortalezas, luego las debilidades, las oportunidades y finalmente las amenazas. Sin embargo, se recomienda, en cambio, examinar primero los factores externos (oportunidades y amenazas) y luego pasar a los internos (Sammut-Bonnici & Galea, 2015). Esto ayuda a evitar sesgos, mantener un mayor enfoque en los resultados y ayuda a identificar qué amenazas son "amenazas críticas" (es decir, aquellas que se ven agravadas por las debilidades correspondientes) y qué oportunidades son

"oportunidades prometedoras" (es decir, aquellas que se combinan con las fortalezas correspondientes).

Una de las debilidades del FODA clásico es que es más bien de carácter diagnóstico o descriptivo, y de él no se deducen de forma inmediata decisiones o medidas estratégicas. Esta debilidad se supera utilizando una variante del FODA clásico, denominada TOWS (Wehrich, 1982). La ventaja de esta versión es que, a partir de las amenazas, oportunidades, fortalezas y debilidades, es posible deducir una serie de medidas estratégicas concretas. Esto se logra facilitando y sistematizando la combinación de los distintos elementos con que se poblaron los cuadrantes del FODA, para generar estrategias orientadas a: maximizar oportunidades maximizando fortalezas, minimizar amenazas maximizando fortalezas, maximizar oportunidades minimizando debilidades, y minimizar amenazas minimizando debilidades.

3.2.2 Análisis PESTEL

PESTEL, una herramienta complementaria al FODA (Sammut-Bonnici & Galea, 2015; Mullerbeck, 2015), amplía el análisis del contexto externo al observar en detalle tipos específicos de problemas que frecuentemente tienen un impacto en la implementación de proyectos / iniciativas. Si bien diferentes autores emplean diferentes acrónimos, todos son bastante similares, incorporando al análisis dimensiones adicionales de forma complementario (Sammut-Bonnici & Galea, 2015). El término "PESTEL" se refiere a los dominios que considera: Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental y Legal (Oxford College of Marketing, 2016). PESTEL implica identificar los factores en cada uno de estos seis dominios que son relevantes para el proyecto que se está considerando. Es una herramienta útil para pensar de manera proactiva y anticipar el cambio, en lugar de ser superado por él.

Se puede utilizar esta técnica de análisis para una organización completa, unidades de negocio dentro de una organización, para productos, o nuevos emprendimientos o alianzas (Sammut-Bonnici & Galea, 2015).

PESTEL alimenta al FODA identificando factores específicos relevantes (como tendencias económicas, actitudes sociales, desarrollos tecnológicos, etc.) que son significativos para el proyecto que se está considerando, y FODA luego los clasifica como Oportunidades o Amenazas (Mullerbeck, 2015).

Para el desarrollo del análisis PESTEL, se deberán considerar los siguientes factores que sean relevantes en el contexto específico. A modo de ejemplo y en términos generales, se plantean los siguientes factores a considerar en cada uno de los dominios de análisis (Mullerbeck, 2015):

Político

- Políticas gubernamentales: Nacional, estatal / provincial, local, otras.
- Asignaciones de recursos gubernamentales.
- Necesidades o demandas de las partes interesadas.
- Cabildeo / campañas de grupos de interés: local, nacional, internacional. Influencias / presiones de actores internacionales, p. Ej. otros gobiernos, organizaciones internacionales, etc.
- Conflictos armados.
- Cambios en el poder, la influencia y la conexión de los actores / grupos relevantes clave.
- Dirección esperada del cambio político futuro: perspectivas políticas futuras; próximas elecciones y posible cambio de gobierno (local, estatal, nacional) y sus consecuencias; otras tendencias políticas relevantes.

Económico

- Situación económica: local, nacional, regional, global.
- Situación económica de comunidades o grupos de población relevantes específicos (incluyendo empleo, impuestos, movilidad, etc.).
- Situación económica y perspectivas de cualquier industria relevante.
- Infraestructura: local, nacional, otra.
- Situación financiera de socios clave u otras entidades relevantes.
- Disponibilidad de recursos del sector privado relevantes para el proyecto / iniciativa.
- Dirección esperada del cambio económico: tendencias económicas predominantes, ciclos comerciales y de mercado; intervenciones económicas esperadas de los gobiernos y sus consecuencias; otras tendencias económicas relevantes.

Social

- Demografía y tendencias poblacionales.
- Salud de las poblaciones.
- Niveles de educación.
- Acceso a servicios esenciales.
- Percepciones públicas (de un tema, una iniciativa, una organización u otro actor).
- Costumbres relevantes, creencias tradicionales, actitudes (por ejemplo, hacia niños, adolescentes, género, etc.)
- Vistas de medios.
- Modelos para seguir, celebridades, portavoces.
- Conocimientos, actitudes y prácticas de un determinado grupo de población (con respecto a un tema relevante).

- Potencial de intercambio de conocimientos.
- Migración (que también tiene dimensiones políticas, económicas y legales).
- Grandes eventos relevantes (próximos o que ya están ocurriendo) y tendencias culturales.
- Historia, en la medida en que afecte las actitudes y percepciones sociales.
- Factores en la identidad social, ejemplo: religiosas, socio étnicas, culturales, etc.
- Dinámica de cómo ocurre el cambio social en el contexto dado.
- Estilo de gestión, actitudes del personal, cultura organizacional (dentro de una organización relevante importante).
- Dirección esperada del cambio social: tendencias generales en el cambio de actitudes sociales (por ejemplo, hacia un tema relevante); otras tendencias sociales relevantes.
- Credibilidad de las fuentes de información o canales de comunicación (por ejemplo, medios de comunicación, personas conocidas, etc.) entre una población objetivo. Alcance de fuentes de información / canales de comunicación entre una población objetivo.

Tecnológico

- Acceso de grupos de población a tecnologías.
- Patrones de uso de las tecnologías existentes (que pueden estar cambiando, por ejemplo, la evolución del uso de teléfonos móviles).
- Nuevas tecnologías que podrían tener un impacto significativo en el contexto o que podrían usarse para lograr objetivos.
- Tecnologías e infraestructura relacionada / fabricación / requisitos de importación para que una iniciativa tenga éxito
- Posible sustitución / tecnologías alternativas
- Potencial de innovación
- Transferencia de tecnología, acceso, problemas de licencias, otros temas relacionados con los derechos de propiedad intelectual.
- Tendencias tecnológicas previsibles: impacto económico y social de la adopción de tecnologías existentes; tasa de cambio tecnológico; otras tendencias tecnológicas.

Ambiental

- Asuntos ambientales contextualmente relevantes: globales (por ejemplo, cambio climático), regionales (por ejemplo, inundaciones, sequías, etc.) o locales (por ejemplo, contaminación de los suministros de agua).

- Reglamentos o requisitos ambientales relevantes (por ejemplo, para evaluar los impactos potenciales del cambio climático de actividades específicas, conforme a los regímenes ambientales nacionales o internacionales, etc.).
- Impactos ambientales de las actividades planificadas o en curso.
- Clima, estacionalidad, impactos potenciales del clima.
- Tendencias o desarrollos futuros esperados en el medio ambiente.
- Ubicación geográfica

Legal

- Derechos humanos (incluidos, entre otros, los derechos del niño y los derechos de género).
- Legislación existente que tenga impacto sobre cualquier factor relevante (económico, social, tecnológico, ambiental u otros factores relevantes al tema), o que afecte a grupos de población relevantes al tema, o que impacte el trabajo de la organización o sus asociaciones.
- Legislación pendiente o futura.
- Tratados / acuerdos internacionales, existentes o en preparación.

3.2.3 McKinsey 7S

Es una metodología inventada en la década de 1970 tardía, en la afamada firma de consultoría estratégica McKinsey (Waterman, et al., 1980), a partir de entrevistas con ejecutivos senior de múltiples empresas, académicos, y connotados pensadores del mundo de los negocios, y hasta el día de hoy es ampliamente utilizada para realizar análisis interno (Channon & Caldart, 2015). El modelo se basa en una serie de 7 elementos interrelacionados y en interacción entre ellos. Para poder generar un cambio organizacional, o lograr grandes objetivos organizaciones, todos los elementos del modelo deben estar alineados hacia ese cambio u objetivo (Waterman, et al., 1980). A continuación, se enumeran los elementos del modelo (Waterman, et al., 1980; Channon & Caldart, 2015):

Objetivos superiores y valores compartidos

Tiene que ver con las creencias clave dentro de una organización, y con sus aspiraciones. A raíz de esto se los considera al centro del modelo, y son el pilar de la cultura organizacional, ya que son el punto de partido en torno a lo cual todo el resto se alinea, estructura y construye. Son un elemento gravitante y estabilizador. Como consecuencia de lo anterior, muchos procesos de cambio organizacional que requieren cambiar los valores compartidos fallan, ya que las creencias suelen estar firmemente enraizadas en la gente que constituye la organización. Los procesos de cambio en estos valores y ambiciones son procesos lentos.

Estrategia

Conjunto de acciones a llevar a cabo por la organización para hacer frente a condiciones de entorno, ya sea de forma defensiva, o mejorando su posición, ya sea anticipándose a los acontecimientos, o como respuesta.

Estructura

Tiene que ver con la forma en que la organización se ordena, generando unidades y subunidades, que puede obedecer a criterios funcionales, por industria, por clientes, por geografía, o una combinación de varias. Tiene que ver también con las relaciones de dependencia jerárquica entre las subunidades, nivel de matricialidad, nivel de descentralización en la toma de decisiones, mecanismos de coordinación entre diferentes unidades, etc. Lo más importante no es el cómo se dividen las tareas, sino más bien a qué se le da énfasis y la coordinación, en miras a que las cosas resulten. El desafío es poder enfocarse en dimensiones o parámetros de diseño que son importantes para la evolución de la organización, y ser capaz de reenfocarse en caso de que las prioridades cambien.

Sistemas

Todos los procedimientos y procesos, y conjuntos de ellos para cumplir determinadas funciones, como, por ejemplo, sistemas para el entrenamiento del personal, de contabilidad, para la generación y control del presupuesto, de evaluación de desempeño, etc. Contempla no sólo los procesos formales, sino también lo que ocurre en la práctica de manera informal. Según Waterman y colaboradores (1980), esto es lo que finalmente hace que las cosas pasen, o no pasen.

Estilo

Tiene que ver con el estilo de liderazgo del gerente de la organización, las gerencias y jefaturas y, sobre todo, sobre qué cosas son las que priorizan y les dedican más tiempo. Algunos son proclives al *micromanagement*, mientras que otros priorizan las estrategias de alto nivel; algunos planifican mucho, mientras que otros son más bien reactivos; algunos son aversos al riesgo, mientras que otros son más abiertos a proyectos que involucran un mayor riesgo, algunos priorizan exploraciones, otros priorizan operaciones, otros son orientados al mercado, y un largo etcétera. Esto no tiene que ver sólo con lo que el liderazgo de la organización dice, sino con lo que hace en la práctica, y cómo estas dos cosas son percibidas por la gente. El estilo en cierto modo tiene estrecha relación con la cultura organizacional, y tiene el poder de cambiar una organización y su desempeño.

Personal

Esta técnica considera a la gente de la organización como un pool de recursos que debe ser nutrido, desarrollado, cuidado y distribuido. También tiene relación con la capacidad

de las organizaciones de atraer talento, de que la gente recién contratada se inserte adecuadamente en la organización, y de ofrecerles posibilidades de crecimiento.

Capacidades

Se tiende a caracterizar a las organizaciones en base a lo que hacen mejor. Este elemento tiene que ver con lo que las organizaciones pueden lograr, de forma realista. Las organizaciones son buenas para hacer ciertas cosas, mientras que en otras pueden ser mediocres, o incluso no tener capacidad alguna. También tiene que ver con la eliminación de capacidades que ya no resultan útiles, y la generación de nuevas capacidades.

3.3 CONCEPTO GENERAL DE PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha se traduce en el uso de una metodología disciplinada y sistemática para convertir una nueva planta de procesamiento de mineral en construcción, en una unidad integrada y operativa dentro de la organización, de la manera más segura, eficiente, rentable y oportuna, para lograr los objetivos de producción, bajo el ideal de “hacerlo bien la primera vez” (Killcross, 2012).

Una manera de describir el proceso de puesta en marcha es desglosarlo en 3 secciones:

- i) Precomisionamiento: Corresponde a las actividades llevadas a cabo durante el periodo final de construcción, las cuales preparan y habilitan la instalación para la fase principal del comisionamiento. Las actividades de precomisionamiento incluyen, por ejemplo: generación de *punch lists* (lista de puntos pendientes), energización, pruebas de motores y eléctricas (Killcross 2012), verificación de instalación de equipos mecánicos (alineación, lubricación, etc.), entre otras (Tribe & Johnson, 2008). Estas verificaciones son realizadas por el equipo de comisionamiento y, dependiendo de la necesidad, puede haber o no participación de miembros de los equipos de construcción y/o de mantención durante estos chequeos (Tribe & Johnson, 2008).
- ii) Comisionamiento: Durante esta etapa, los sistemas y equipos comienzan su operación inicial. Se realiza el testeo de los sistemas, de manera de ganar confianza que, una vez sea requerido, la planta operará de acuerdo con lo previsto (Killcross 2012). Algunas actividades posibles de mencionar en esta

etapa son la verificación final de enclavamientos, permisivos¹ (Tribe & Johnson, 2008), sintonización preliminar de sistemas expertos, entre otras.

El comisionamiento es dirigido por el líder del equipo de comisionamiento (gerente de comisionamiento), con el apoyo de operaciones, contratistas y, en general, los representantes de los diferentes fabricantes de equipos. Durante la puesta en marcha, cada equipo se prueba para asegurar que funcionará según su diseño. El comisionamiento es una responsabilidad compartida entre el equipo de puesta en marcha y el equipo de operaciones de la planta. Durante este periodo se produce una transición gradual, por lo que, llegado el momento, el equipo de comisionamiento comienza a funcionar en una función de soporte y los operadores comienzan a liderar el proceso (Tribe & Johnson, 2008).

iii) *Start Up (Ramp up)*: La planta es llevada a su operación real (Killcross, 2012).

Las pautas más útiles para la puesta en marcha de una planta son cuestiones prácticas relacionadas con los problemas que pueden ocurrir durante cada etapa, en particular las fallas esperadas al inicio. Estas fallas podrían clasificarse como (Killcross, 2012):

- Defectos de diseño, material y fabricación
- Errores de montaje, instalación y procedimiento
- Operaciones fuera de diseño o errores en la operación.

Definitivamente la tercera razón, el "error en la operación" es responsable de una gran parte de todas las fallas y problemas que se presentan. Las condiciones no deseadas, han causado muchos problemas e incluso fallas catastróficas en instalaciones industriales (Almasi, 2014).

3.4 FACTORES CRÍTICOS PARA EL ÉXITO DEL COMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA

Un equipo de investigadores del CII (*Construction Industry Institute*, de la Universidad de Texas – Austin), identificó 16 factores críticos de éxito para el comisionamiento y puesta en marcha de proyectos, y junto con esto definió 8 métricas clave (CII, 2015).

La investigación identificó 16 factores críticos de éxito para la puesta en marcha, enfocados principalmente en: liderazgo, alineamiento del equipo, integración, colaboración, capacidad, criterios de éxito, manejo de interfaces, reconocimiento de los

¹ Condiciones que habilitan la partida de un equipo.

generadores de valor (*value drivers*), planificación, financiamiento para la planificación, sistemas de puesta en marcha, herramientas de soporte, información (CII, 2015).

Los factores críticos de éxito se describen a continuación:

1. Reconocimiento del valor de la puesta en marcha (PEM): Establecer el caso de negocio para un liderazgo efectivo del comisionamiento y puesta en marcha. Reconocer el valor agregado de una PEM exitosa (por ejemplo, el valor de un día de operación exitosa). El propietario u *owner* del proyecto y los contratistas deben estar alineados bajo una misma directriz.
2. Interfases críticas en proyectos *brownfield*: En el caso de los proyectos *brownfield*, se debe identificar las interfaces críticas con las instalaciones de la planta existente, por ejemplo: sistemas de control, acceso de trabajadores, permisos y operaciones provisionales, entre otros.
3. Financiamiento adecuado para la PEM: El financiamiento del proyecto para la puesta en marcha debe ser adecuada, presupuestada por adelantado y preservada. La amenaza común de no hacerlo es la falta de suficientes operadores, lo que provoca retrasos posteriores en el progreso de la PEM.
4. Alineamiento entre la gerencia de proyectos del dueño, operaciones, comisionamiento, ingeniería y construcción: el proyecto y la puesta en marcha se verán significativamente beneficiados a medida que exista un alineamiento temprano entre los equipos de comisionamiento, operaciones, gerencia del proyecto, ingeniería construcción, y otros *stakeholders* claves, generadores de valor y estrategias de la PEM. No cumplir con este tópico puede significar una amenaza para el éxito de la PEM. La sustentabilidad de este factor crítico sólo puede ser alcanzada mediante la colaboración efectiva a lo largo de la vida del proyecto.
5. Continuidad del liderazgo de la puesta en marcha: La continuidad del liderazgo a lo largo del proyecto es crítico. Las capacidades necesarias de liderazgo, durante este periodo, deben estar bien definidas.
6. Criterios de aceptación de entregables: Establecer un criterio específico de aceptación de sistemas/subsistemas y entregables asociados para cada hito principal: precomisionamiento, comisionamiento y entrega del proyecto.
7. Ingeniería de sistemas del PEM durante el diseño de la ingeniería front-end (FEED, *Front-end engineering design*). La ingeniería de sistemas durante el FEED es definir los sistemas PEM dentro de una instalación. En la medida que el diseño de instalaciones tiene un gran impacto en cómo son fabricados, testeados,

integrados y partidos, esfuerzos de FEED efectivos pueden reducir los desafíos que implica un PEM y comisionamiento. Diagramas preliminares de piping e instrumentación (P&ID) son documentos claves de estas iniciativas.

8. Reconocimiento de las secuencias conductoras del PEM. La secuencia planeada de comisionamiento debe estar coordinada con los planificadores de construcción y basada en consideraciones tales como secuencia de construcción, filosofía de operación de la planta, objetivos del ramp-up, objetivos de automatización de los controles de la planta, consciencia de operabilidad (HAZOP), alcance de la modularización, secuencia de testeo hidráulico y de fugas, pasos de preservación, etiquetado de sistemas, y secuencia de chequeos de *loop*, entre otras.
9. Plan detallado de ejecución de la PEM. El éxito en la PEM requiere de una planificación de la ejecución exhaustiva y oportuna. Los planes de ejecución deben hacerse cargo de la correcta mezcla de habilidades necesarias tanto para la parte operativa como de gestión de la PEM. Operaciones planta debe ser un colaborador y contribuyente efectivo en este esfuerzo de planificación. Algunos de los desafíos comunes que surgen al hacer este plan incluyen: disponibilidad de staff de operaciones, y su continuidad, autoridad, amplitud de experiencia e input oportuno.
10. Foco del sistema en diseño detallado. Un foco en sistemas durante el diseño, involucrando a el equipo de PEM operaciones creará consciencia sobre cómo los sistemas serán entregados, testeados, y partidos. Con esta aproximación, más atención de diseño será brindada a temas como drenajes en puntos altos y bajos, bobinas (spools) removibles para equipamiento crítico en línea, puntos de aislamiento críticos, procesos de lock-out, requerimientos y soporte para el etiquetado y lock-out (LOTO, lock-out, tag-out), y acceso para operaciones y mantenimiento.
11. *Check-sheets*, procedimientos y herramientas de la PEM. Se debe asegurar que los *checkouts* funcionales de componentes/sistemas consideran criterios adecuados en las *check-sheets*, procedimientos de comisionamiento detallados y certificaciones. La aplicación de tecnologías innovadoras para PEM contribuye a mejorar la implementación.
12. Capacidad del equipo PEM. Que el equipo PEM tenga un buen entendimiento de los requerimientos orientados a las métricas de desempeño operacional, y de las actividades y entregables de la PEM requeridos para obtener dichos resultados.
13. Calendario integrado construcción / PEM. Un calendario completamente integrado que considera construcción, precomisionamiento y comisionamiento es crítico para alcanzar los objetivos de la PEM. Este calendario debe integrar todos los

checks, tests, e hitos de aprobación para cada componente y todos los sistemas, y debe desarrollarse una documentación de soporte adecuada. Efectos de aceleración de la PEM debido a atrasos en la construcción deben evitarse.

14. Información precisa de la situación *As-Built*. La situación *as-built* debe documentarse de forma muy precisa en términos de dibujos y de base de datos de *assets*, para poder asegurar una planificación efectiva, una correcta implementación de ésta, y un cierre adecuado de actividades de PEM.
15. Transición a un sistema de gestión basado en sistemas. Se recomienda planificar un tránsito desde el seguimiento del avance de la construcción basado en áreas, a uno basado en la compleción de sistemas, de forma tal que las fuerzas durante la construcción puedan ser redirigidas de manera más efectiva según se requiera. Se recomienda involucrar al *staff* de PEM en la planificación de la construcción en puntos entre el 60-80% de la compleción de la construcción de un sistema, para cada uno de los sistemas principales, para ayudar a mitigar ítems de los *punch-lists* de construcción (con un particular foco temprano en sistemas de *utilities*).
16. Aproximación colaborativa al *turnover* construcción-PEM. Los managers de la PEM deberían trabajar colaborativamente con los managers de la construcción en la gestión de la compleción de la construcción y el *turnover* de sistemas. Se requiere comunicación proactiva para minimizar conflictos entre construcción y PEM.

El éxito del comisionamiento y *ramp up* se definió en términos de 8 diferentes métricas (CII,2020):

- 1- Calidad del Proyecto
- 2- Tasa de Producción
- 3- Desempeño del programa de la puesta en marcha
- 4- Desempeño en seguridad de la puesta en marcha
- 5- Desempeño medioambiental de la puesta en marcha
- 6- Desempeño del equipo de operaciones
- 7- Impacto de la puesta en marcha en la operación
- 8- Nivel de puesta en marcha requerido.

3.4.1 Programación de la implementación

En la Figura 3-1, se visualiza la programación de la implementación de los factores críticos de éxito en una puesta en marcha propuesta por O'Connor *et al.* (2016), de modo de asegurar la efectividad de éstos.

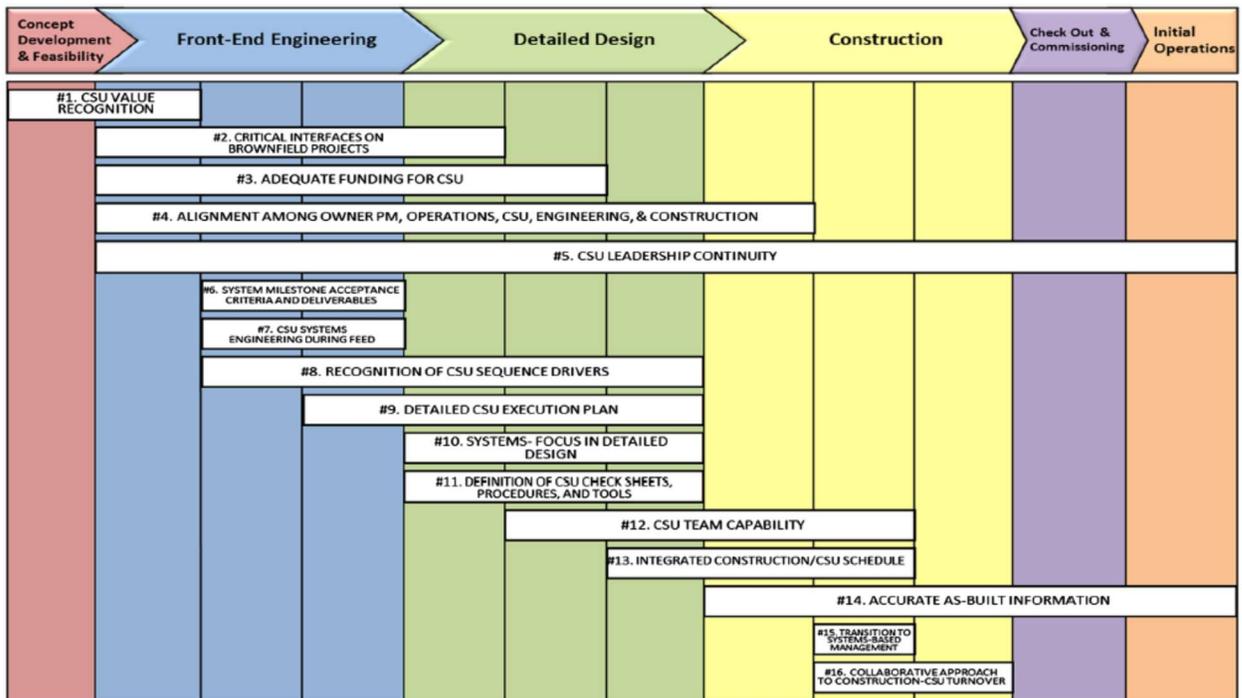


Figura 3-1: Periodos de implementación recomendados de los factores críticos de éxito (O'Connor, *et al.*, 2016)

3.5 IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Existen múltiples potenciales dificultades en la introducción de tecnologías innovadoras en la industria, por lo que se hace vital comprender las causas de fracasos, particularmente, bajo la condición de que el futuro de la industria minera depende de la innovación efectiva.

Para el desarrollo de esta sección, se considerará el estudio realizado por Terry McNulty, quien evaluó y analizó 41 proyectos, que incluían plantas de procesamiento de minerales de varios *commodities*, construidas entre 1965 y 1995 (McNulty, 1998). En el análisis, la variable dependiente fue la capacidad anual real en el tiempo. A partir de este análisis, se definieron 4 familias de curvas, de acuerdo con el porcentaje promedio decreciente de la tasa de operación en un momento dado durante la vida del proyecto. Ver Figura 3-2.

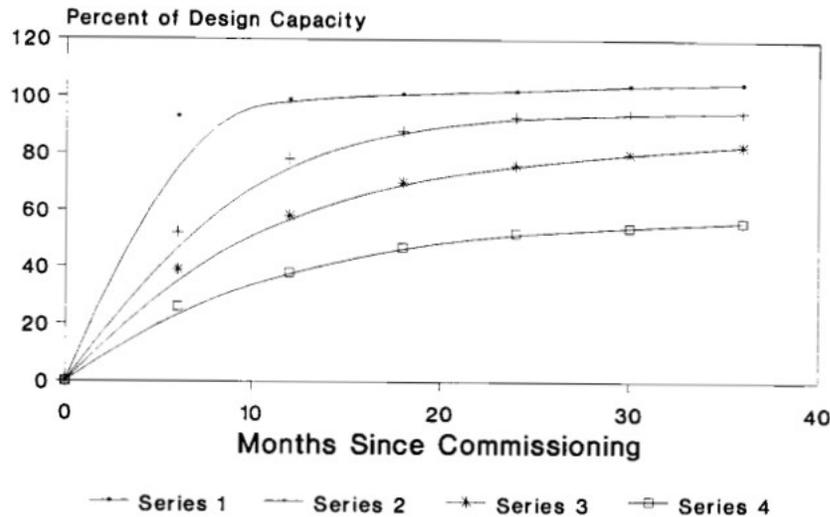


Figura 3-2: Tasa de cumplimiento del diseño anualizado (McNulty, 1998).

Cada una de las curvas posibles de observar en la Figura 3-2, fueron caracterizadas por McNulty de acuerdo con lo siguiente (McNulty, 1998):

Serie 1:

- Uso de Tecnologías consolidadas
- Equipos de dimensiones similares usados en proyectos exitosos previos
- Pruebas exhaustivas a escala piloto de cualquier potencial unidad operacional riesgosa.

Serie 2 (al menos 1 de las siguientes características):

- Si el proceso tecnológico había sido licenciado, fue una de sus primeras licencias.
- Equipamiento especificado para una operación unitaria, fue un prototipo en términos de tamaño o aplicación.
- Pruebas de escala piloto fueron incompletas o realizadas con muestras no representativas.
- Condiciones de operación en una operación unitaria clave fueron inusualmente severas.
- Las partes innovadoras de una planta funcionaron apropiadamente, pero operaciones simples tales como manejo de materiales o procesos intermedios no fueron cuidadosamente diseñados (ingeniería).

Serie 3:

Los proyectos compartieron características con lo señalado en la serie 2, pero también experimentaron una o más de las siguientes deficiencias:

- Es posible que se hayan realizado pruebas a escala piloto muy limitadas, pero no abordaron algunos pasos importantes en el proceso.
- Características de la alimentación, como mineralogía, no eran totalmente comprendidas
- Se dio atención insuficiente a la calidad del producto durante el desarrollo del proceso.
- Existieron serios defectos en el diseño
- Ingeniería, diseño y construcción fueron “vía rápida”.

Serie 4:

Los proyectos compartieron varias características con aquellos clasificados en la serie 2 y serie 3, pero prácticamente todos tuvieron varios de los siguientes problemas adicionales:

- Si alguna prueba a escala piloto fue realizada, fue con el propósito de generar el producto, no confirmar los parámetros de proceso.
- El equipamiento fue reducido o el criterio de diseño fue hecho menos conservador en respuesta a los sobrecostos proyectados.
- Los diagramas de flujo eran inusualmente complejos con equipamiento prototipo en 2 o más operaciones unitarias críticas.
- La química del proceso fue mal comprendida.
- Tres de siete plantas en la serie 4 cerraron dentro de 36 meses de iniciada la puesta en marcha.

Adicionalmente, el mismo autor tanto en sus publicaciones de 1998 como de 2014 (McNulty, 1998; McNulty, 2014), identifica causas adicionales en proyectos que no cumplieron con las expectativas planificadas, tales como:

- Una actitud excesivamente agresiva o promocional por parte de la gerencia corporativa condujo al inicio del diseño y la construcción antes de que se entendiera el proceso.
- Gerencia y supervisión sin experiencia y operadores sin entrenamiento suficiente.
- Soporte inadecuado durante el comisionamiento y puesta en marcha.

Sin duda, tiempo adicional podría ser requerido para alcanzar la capacidad de diseño de una planta que incorpore tecnologías altamente innovadoras, pero un manejo cuidadoso de la fase de desarrollo y subsecuente ingeniería y diseño debería permitir una predicción acertada del tiempo de puesta en marcha y un entendimiento de cómo minimizarlo.

Las entidades que contemplen el desarrollo o adopción de una tecnología innovadora deberían contar con asistencia de personas competentes externas, que no tengan un interés personal en el resultado (como, por ejemplo, empresas de ingeniería y diseño,

laboratorios externos y consultores). Un estudio de factibilidad y estimación de costos integral, pero preliminar, brindará una guía considerable con respecto a los peligros potenciales que requerirán una evaluación a escala piloto o requerirán un cuidado inusitado en la ingeniería, el diseño o la selección de equipos.

Una gestión de riesgos efectiva es altamente dependiente de disponer de información de calidad y -tanto como sea posible- debe haber sido cuidadosamente evaluada previo a un compromiso de capital. Para ello, se debe comprender a cabalidad el yacimiento, el proceso y el mercado. También es importante considerar, que el rendimiento insuficiente de plantas innovadoras es a menudo debido a fallas de segmentos convencionales del *flowsheet* que no recibieron atención adecuada.

La adopción de nuevas tecnologías no necesariamente resultará en una mala puesta en marcha, siempre que se haga con mucho cuidado. La importancia de formar un equipo de proyecto fuerte y colaborativo, dirigido por un propietario de proyecto con experiencia, no se puede enfatizar demasiado. Por otro lado, es fundamental proporcionar capital suficiente porque las modificaciones después de la puesta en marcha y durante la puesta en marcha son inevitables (McNulty, 2014).

Resumidamente, un proyecto exitoso, independientemente de la medida en que dependa de una tecnología innovadora, requiere una gestión empresarial sensata, una gestión de proyectos experimentada y el apoyo adecuado de profesionales especializados en las áreas de desarrollo de procesos, diseño de equipos e ingeniería (McNulty, 1998).

3.6 INTEGRACIÓN DE SISTEMAS

En la investigación desarrollada por Kirsilä *et al.* (2007) relevan el concepto de integración como clave para el éxito de procesos de comisionamiento. El concepto de integración de sistemas - la forma en que las empresas reúnen componentes de alta tecnología, subsistemas, software, conocimiento, ingenieros, gerentes, técnicos, entre otros, para producir un producto en colaboración con otros proveedores y otros actores - se está convirtiendo en una capacidad central de muchas empresas (Hobday *et al.*, 2005). Las empresas capaces de coordinar estas actividades parecen evolucionar rápidamente para convertirse en integradores de sistemas y / o proveedores de soluciones por su desempeño.

En base al estudio de Kirsilä *et al.* (2007), se identifican dos dimensiones en actividades de integración, particularmente en las fases de comisionamiento, y presumiblemente en el ciclo completo de vida del proyecto: integración técnica e integración social.

La integración técnica se concentra en lograr los requisitos técnicos en el resultado funcional final. La integración social nuevamente asegura las complejas interfaces entre “proveedores” y “clientes”, que forman la base para lograr un “cliente satisfecho”.

Finalmente, existe la necesidad de implicaciones administrativas para las diferentes partes y actividades involucradas en el proyecto (Kirsilä *et al.*, 2007).

3.7 COMISIONAMIENTO EFECTIVO

3.7.1 Filosofía de responsabilidad compartida

Los comisionamientos de los proyectos mayores, y en general de proyectos de cualquier tamaño, requieren un esfuerzo de equipo. Adicionalmente, cabe señalar, que un comisionamiento exitoso no ocurre al final del proyecto. Requiere planificación, preparación y colaboración desde la etapa conceptual hasta la puesta en marcha. Aquellos proyectos con mayor éxito muestran un amplio involucramiento en el comisionamiento de todas las partes interesadas en el éxito del proyecto. Ejemplo de lo mencionado anteriormente incluye (Tribe & Johnson, 2008):

- Precisión del diseño.
- Emisión oportuna de planos de construcción.
- Incorporación de actividades de puesta en marcha en el cronograma del proyecto.
- Programa de entrenamiento de calidad para operadores.
- Entendimiento técnico de los detalles de proyecto por el equipo de comisionamiento.
- Participación del *staff* de comisionamiento durante la ingeniería.
- Otros.

El sentido de responsabilidad compartida es una parte integral de cualquier iniciativa de un buen comisionamiento y de una exitosa puesta en marcha. Un coordinador de comisionamiento exitoso debe ser capaz de reconocer los principales *stakeholders* del proyecto y aunarlos en un equipo para capitalizar los esfuerzos en cada momento crítico durante la etapa de comisionamiento. Los proyectos que fallan en promover un sentido de pertenencia compartida tienden a tener una puesta en marcha difícil y toman mayor tiempo en alcanzar su rendimiento de diseño (Tribe & Johnson, 2008).

3.7.2 Planificación para un comisionamiento seguro

Las actividades de comisionamiento introducen riesgos significativos a las personas y los equipos, que difieren a los que se encuentran en la fase de construcción. La fuerza laboral del área de construcción desarrollaba sus labores con equipos no funcionales, cambiando durante el comisionamiento esta condición. Es durante el comisionamiento que los equipos y sistemas son por primera vez energizados, por ejemplo, introduciendo con ello riesgo de shock eléctrico, arco eléctrico o electrocución. Los sistemas neumáticos e hidráulicos que durante el proceso de construcción se encontraban despresurizados

durante el comisionamiento pueden estar sujetos a fugas por altas presiones, fallas en uniones o derrames. Esto introduce nuevas condiciones de trabajo. Abordar este problema a través de un plan de seguridad del comisionamiento es esencial para proteger al personal y los equipos. Un buen plan de seguridad para la puesta en servicio debe incluir los siguientes componentes:

- Filosofía de seguridad del proyecto
- Responsabilidad individual y autoridad
- Estándares de seguridad
- Plan de bloqueo de equipos
- Equipo de protección personal (PPE)
- Entre otros.

3.7.3 Definición de roles y responsabilidades

Cuando un proyecto se acerca a su finalización y especialmente cuando "parece" completo, todos quieren entrar en acción. El gerente de comisionamiento exitoso debe identificar quién está haciendo qué y comunicar claramente las expectativas de cada parte durante la fase de comisionamiento. Si no se hace esto, generalmente se confunde quién está "tomando las decisiones" cuando suceden muchas cosas. Como se indicó anteriormente, la seguridad es particularmente difícil de mantener cuando el equipo se pone en marcha por primera vez, por lo que los roles y responsabilidades individuales deben entenderse y aplicarse claramente para mitigar los riesgos involucrados.

3.8 GESTION DEL CONOCIMIENTO

3.8.1 Definición de conocimiento

Una de las definiciones más aceptadas sobre el conocimiento es que el conocimiento es un recurso humano dinámico de justificación de las creencias personales para obtener la verdad (Nonaka, 1994). Se puede entonces afirmar que el conocimiento es un activo invisible o intangible, en el que su adquisición implica complejos procesos cognitivos de percepción, aprendizaje, comunicación, asociación y razonamiento (Epetimehin & Ekundayo, 2011). El conocimiento es el concepto, la habilidad, la experiencia y la visión que proporciona un marco para crear, evaluar y usar la información (Soltani & Navimipour, 2016).

Generalmente, el conocimiento se puede dividir en dos tipos, tácito y explícito (Hubert, 1996) El conocimiento tácito es el conocimiento personal y específico del contexto de una persona, que reside en la mente, el comportamiento y la percepción humana. El conocimiento tácito, por otro lado, es definido por Polanyi (1967) como conocimiento

intuitivo no verbalizado. El conocimiento explícito se refiere al conocimiento formalizado, expresado en forma de datos, fórmulas, especificaciones, manuales y procedimientos (Kogut & Zander, 1992). Cuando las dos partes del conocimiento se tratan de manera coordinada y combinada, la organización puede lograr una ventaja competitiva sostenible (Tsoukas, 1996).

El conocimiento es el resultado final de un ciclo evolutivo, que requiere observación, evaluación, reflexión y experiencia, es decir, el conocimiento, a diferencia de los datos y la información, sólo se materializa con la actividad humana (Kakabadse, et al., 2003)

3.8.2 Gestión del conocimiento

La esencia de la gestión del conocimiento es ayudar a las personas a mejorar la eficiencia del aprendizaje e integrar diferentes recursos de información para mejorar sus ventajas competitivas. La gestión del conocimiento es capaz de proporcionar al individuo las herramientas y técnicas que necesita para abordar toda la información que tiene disponible y permitirle mejorar la eficacia del aprendizaje y aumentar su ventaja competitiva (Gao, et al., 2018).

Aunque hay varias descripciones sobre el proceso de gestión del conocimiento, se distinguen los siguientes conceptos centrales: creación, almacenamiento, transferencia y aplicación (Gao, et al., 2018). Según Kakabadse et al. (2003), los términos “conocimiento” e “información” se usan indistintamente, sin embargo, es útil distinguirlos. La cadena del conocimiento es un flujo formado por datos – información – realización - acción/reflexión - sabiduría, de acuerdo con lo indicado gráficamente en la Figura 3-3.

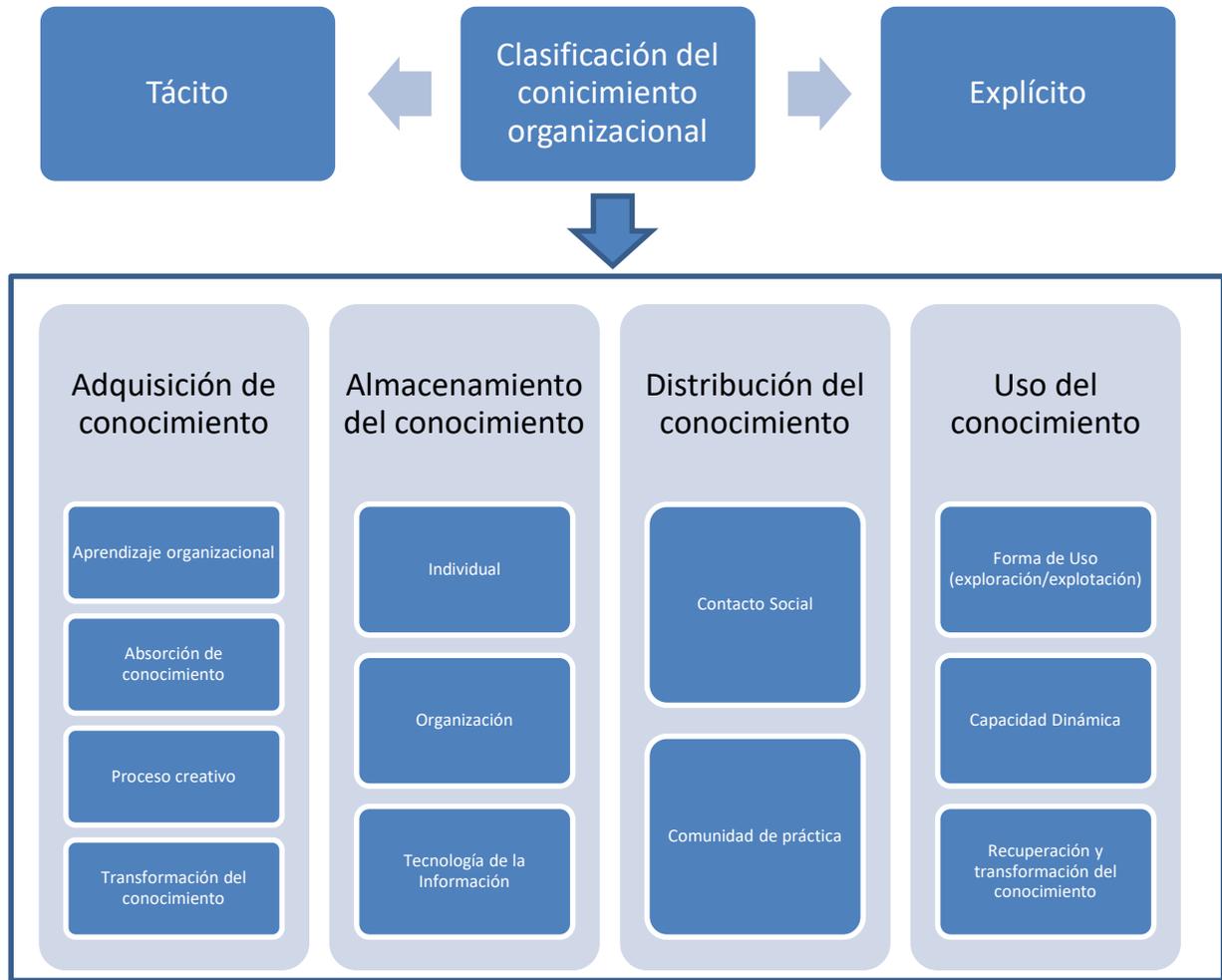


Figura 3-3: Proceso de Gestión del Conocimiento. Diagrama realizado en base a (Gonzalez & Martins, 2017), (Kakabadse, et al., 2003)

De acuerdo con la revisión realizada por González y Martins (2017), en la Tabla 3-1 señalan los principales objetivos de cada fase del proceso de gestión del conocimiento y se enumeran las acciones organizacionales relacionadas con cada una de las etapas.

Tabla 3-1: Proceso de Gestión del Conocimiento y Acciones Organizacionales (Gonzalez & Martins, 2017).

Etapas	Objetivo Central	Acciones Organizacionales
Adquisición	<p>Creación de conocimiento a partir de las habilidades de las personas.</p> <p>La adquisición de conocimiento puede verse como un proceso de transformación en el que conocimiento migra de su forma explícita a la tácita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación de las personas. - Fomentar el proceso de prueba y error. - Desarrollo de una cultura orientada al aprendizaje; - Contratación y alianzas con otras empresas; - Contratación de nuevos empleados que

		<p>representen nuevos conocimientos;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de patentes.
Almacenamiento	<p>Retención del conocimiento generado por los individuos y socializado en grupos, formando una memoria organizacional.</p> <p>Proceso de explicación del conocimiento tácito.</p> <p>Desarrollo de cultura y estructura organizacional que representen la rutina de la empresa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación y registro de mejores prácticas; - Registro de lecciones aprendidas; - Incorporación de los conocimientos adquiridos en los procedimientos y reglas de la organización; - Retención de personas (depósito de conocimiento tácito); - Desarrollo de una cultura organizacional que represente los valores y creencias de la empresa; - Uso de las tecnologías de la información como herramienta para la retención de conocimientos y la formación de memoria organizacional.
Distribución	<p>Difusión de conocimientos entre individuos a través del contacto social continuo y de grupos especializados que comparten lenguaje y objetivos, en un enfoque de comunidad de práctica.</p> <p>Utilizar las tecnologías de la información como facilitador del proceso de difusión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Divulgación a los empleados de la base de conocimientos retenidos; - Desarrollo de trabajo en grupos; - Desarrollo de comunidades de práctica - intercambio de conocimientos especializados; - Utilizar las tecnologías de la información (TI) como herramienta para la distribución del conocimiento organizacional.
Uso	Uso del conocimiento para reconstruir rutinas y	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de equipos de resolución de problemas;

	<p>habilidades de la organización.</p> <p>Recuperación y transformación del conocimiento adquirido promoviendo la expansión de la base de conocimiento organizacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de actividades para la mejora de productos y procesos; - Cambios en las rutinas y procedimientos de la organización; - Uso de procedimientos e instrucciones que incorporan las mejores prácticas y lecciones aprendidas.
--	--	--

3.8.3 Aplicación de gestión del conocimiento en industrias

Grant (2013) realizó una revisión de las experiencias en gestión del conocimiento de compañías relacionadas a la industria del petróleo, como BP, Royal Dutch Shell, Chevron, ExxonMobil, ConocoPhillips, Halliburton, Schlumberger, Paragon Engineering Services, BHP, Marathon Oil, y Murphy Oil, en donde se identifican dos tipos de prácticas principales de gestión del conocimiento: aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones para la transferencia de conocimiento explícito y el uso de técnicas de gestión del conocimiento persona a persona para facilitar la transferencia de conocimiento tácito.

En base a lo anterior, se detectó que el conocimiento explícito se gestionó principalmente a través de mecanismos de personas- información que se basaban principalmente en TI. El conocimiento tácito se gestionó principalmente a través de mecanismos de persona a persona, como las comunidades de práctica. Algunas de las áreas más interesantes ocurren en la interfaz del conocimiento tácito y explícito. Grant (2013) entrega algunos ejemplos:

- Para utilizar el conocimiento tácito más plenamente, las empresas han buscado convertir el conocimiento tácito en conocimiento explícito. La mayoría de las empresas han instituido revisiones de proyectos donde se detectan las "lecciones aprendidas" y se ingresan en una base de datos.
- La mayoría de las empresas han utilizado la tecnología de la información para aumentar la eficiencia de las transferencias de conocimiento tácito de persona a persona. Por ejemplo, la mayoría de las empresas que estudiamos han instituido algún tipo de "localizador experto" o "páginas amarillas corporativas" que permite identificar y contactar a personas con conocimientos particulares.
- La mayor parte del conocimiento gestionado por las empresas comprende tanto conocimiento tácito como explícito. Por ejemplo, una de las áreas más importantes de

gestión de conocimiento entre las compañías de petróleo y gas es la transferencia de mejores prácticas. Las mejores prácticas tienden a ser reconocidas a través de datos explícitos de desempeño, pero su análisis y transferencia requieren niveles sustanciales de conocimiento tácito tanto a nivel de experiencia individual como en las rutinas organizacionales.

Sistemas y herramientas para gestión del conocimiento

En la revisión realizada por Grant (2013), se identifican los siguientes sistemas y herramientas para gestión del conocimiento:

i. Basado en tecnologías de la información

- **Bases de datos:** pueden servir como memorias corporativas para información importante, incluidas las mejores prácticas, datos de desempeño técnico y administrativo, páginas amarillas de la empresa e información de proveedores y clientes. Las intranets sirven como un medio común de acceso a la información y a una variedad de herramientas y repositorios, diccionarios de datos, contratos con proveedores, bibliotecas digitales, catálogos, noticias generales, manuales y módulos de formación en línea y bases de datos bibliográficas.

Las empresas han desarrollado bases de datos de las mejores prácticas, como la base de datos de lecciones aprendidas, destinadas a capturar experiencias positivas y negativas (por ejemplo, en temas de seguridad y medioambientales). A menudo, las empresas proporcionan personal de apoyo o bibliotecarios de referencia que actúan como intermediarios de conocimiento y ayudan a los usuarios a buscar en estas bases de datos.

- **Herramientas de software:** un aspecto importante de las bases de datos es la capacidad de vincularlas y hacerlas ampliamente accesibles. Las herramientas de software asociadas con las bases de datos ayudan a los usuarios a navegar, encontrar y aplicar información útil con relativa rapidez y a bajo costo.
- **Portales:** Otro aspecto importante es la capacidad de proporcionar a los usuarios un único punto de acceso personalizado para las aplicaciones y el contenido que necesitan. Para ello, los portales de Internet son de gran utilidad. Un portal es una puerta de enlace única a través de la cual los empleados, clientes o socios pueden recuperar y compartir conocimientos. Los portales pueden ayudar a reducir los inconvenientes y la ineficacia causados por el uso de múltiples aplicaciones al integrar una amplia gama de programas para que la información se pueda intercambiar y compartir.

- Groupware: software de colaboración y groupware hacen posible que grupos y equipos compartan conocimientos de forma interactiva. Un *groupware* ayuda a crear un espacio compartido donde los usuarios pueden intercambiar conocimientos y administrar tareas y recursos comunes.

ii. Basado en las personas

Si bien el ímpetu inicial para la gestión del conocimiento (GC) fueron los avances en TI, durante los últimos años el principal impulsor de la GC ha sido el deseo de aprovechar el conocimiento tácito basado en los empleados. El desafío para las empresas ha sido ir más allá de los ocasionales intercambios bilaterales de conocimiento, para formar grupos interactivos que compartan conocimientos de manera rica, continua y dinámica. Muchas grandes empresas de petróleo y gas han establecido agrupaciones informales o semiformales de empleados que comparten intereses técnicos o profesionales comunes con el propósito explícito de compartir conocimientos.

- Comunidad de práctica: A pesar de algunas diferencias en la definición y nomenclatura, el enfoque de las diferentes empresas en la industria del petróleo para establecer y operar comunidades de práctica ha sido muy similar. El punto de partida para la mayoría de las empresas fue “Exploración y Producción”, donde todas las empresas establecieron redes de comunicación y consulta entre ingenieros y personal técnico con el fin de compartir conocimientos y experiencia. Sin embargo, el éxito de las comunidades de práctica ha dado como resultado su tendencia a extenderse a toda la empresa, llegando tanto a los negocios posteriores como a las funciones de soporte corporativo: salud y seguridad, eficiencia energética, ingeniería de procesos, desarrollo de aplicaciones web, comercio minorista, por mencionar algunos. Las comunidades de práctica se consideran el mecanismo más eficaz para facilitar la transferencia de conocimientos. Son una parte integral de un entorno de aprendizaje y un catalizador para el despliegue de ideas innovadoras. A través de su participación en las comunidades, los miembros buscan a otras personas que están haciendo cosas similares o enfrentan problemas similares y que pueden responder rápidamente a sus preguntas, recomendar productos y procedimientos o convertirse en mentores. La participación de la comunidad no sólo permite a los participantes hacer una contribución, sino que también les permite fortalecer y afinar sus propias habilidades, creando un valor potencial aún mayor para la organización.
- Grupos de mejores prácticas: La identificación y validación de las mejores prácticas es uno de los roles centrales de las comunidades de práctica. Se anima a cada miembro de la comunidad a identificar buenas prácticas que luego envían

a la comunidad como propuestas de mejores prácticas. Una vez que la comunidad valida la práctica, se almacena en el depósito de conocimientos de la comunidad.

- Grupos de revisión por pares: una de las herramientas de GC más poderosas para las organizaciones basadas en proyectos ha sido la metodología de “lecciones aprendidas” iniciada por el Ejército de los Estados Unidos. Algunas compañías han presentado sesiones grupales en las que el personal de proyectos recientemente terminados se reúne y registra las lecciones aprendidas de sus experiencias con el proyecto. Las sesiones son facilitadas por un individuo y la discusión se captura en informes del proyecto que luego se ponen a disposición de otros grupos. Se formaron grupos similares en torno a la gestión de riesgos y áreas funcionales específicas.
- Entrenamiento y Retención de Conocimientos: la mayoría de las empresas de petróleo y gas vincularon la formación y la gestión profesional a sus sistemas de gestión del conocimiento

4 METODOLOGIA PROPUESTA

La metodología para llevar a cabo un plan estratégico para la PEM tendrá dos componentes principales, e igualmente importantes. Por un lado, se tiene una faceta técnica, que incluye todas las consideraciones técnicas y operacionales que tienen relación directa con el funcionamiento e integración de los equipos y subsistemas del proceso productivo en implementación, y por otro lado, una faceta estratégica, que aborda todos los aspectos de gestión y administración necesarios para dar soporte y asegurar una buena implementación técnica de la PEM, incluyendo gestión de RRHH, organización y coordinación, gestión de riesgos, adaptación al contexto organizacional y país, etc.

Asimismo, esta propuesta incluye la aplicación a una puesta en marcha de una planta concentradora hipotética de cobre, con características similares a las que se pueden encontrar en la gran minería del norte Chile. La intención de esto es proporcionar al lector un ejemplo de aplicación, más allá de la mera teoría presentada de manera abstracta. Cabe señalar que el ejercicio está centrado en el plan y acciones previas a la PEM desde la Superintendencia de Producción Concentradora, por lo que se acota al ámbito de acción de dicha unidad organizacional.

4.1 Nueva Planta Concentradora

Tal como se mencionó, la idea de este ejercicio es entregar al lector un ejemplo de aplicación de planificación de una PEM, que integre múltiples herramientas y técnicas de forma simultánea, para abordar este tipo de desafíos que son notoriamente complejos (Cagno, et al., 2002). Para lograr este cometido, se procedió a establecer un proyecto de puesta en marcha de una nueva planta concentradora “modelo”, para el procesamiento de mineral de cobre, que sirva como “unidad de análisis” para este ejercicio. Si bien es hipotética, se espera tenga suficiente similitud con plantas que se pueden encontrar en faenas mineras reales en Chile. De este modo se espera que este ejercicio tenga asidero y correlato con la realidad del negocio minero, y no sea un ejercicio de ficción, meramente teórico, impráctico e irreal. Precisamente para mantener un correlato con la realidad, esta planta “modelo” no será una planta “utópica” con condiciones ideales, sino una planta con problemas que usualmente aquejan a las plantas procesadoras de mineral en Chile, y desafíos que frecuentemente se pueden encontrar en puestas en marcha en la realidad. En lo sucesivo nos referiremos a esta planta simplemente como “nueva planta concentradora”, “NPC” o “planta concentradora”:

Esta NPC no será considerada de forma independiente, sino que se considerará que pertenece a una Empresa Minera, también hipotética, en adelante EM, que a su vez tendrá características, tanto positivas como negativas, que se pueden encontrar en empresas mineras reales con presencia en Chile.

4.1.1 Aspectos Contractuales

Se asume que el proyecto NPC se ejecuta mediante un contrato EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) y contempla 6 paquetes de trabajo (*vertical work packages*): manejo de materiales (VWP01), concentradora (VWP02), instalaciones auxiliares (VWP03), relaves (VWP04), distribución de energía (VWP05) y agua (VWP06). Entre la EM y el EPC se encuentra una compañía IC (*Integrator Contractor*), quien debe desarrollar toda la gestión de los contratos y la integración de los paquetes.

4.1.2 EM – Aspectos Organizacionales

Al referirnos a la empresa minera nos referimos a empresas tales como BHP, Codelco, Teck, Antofagasta Minerals, Anglo American, etc. No obstante, es necesario hacer la diferencia entre dos planos, uno es el nivel de la organización dedicada a la explotación de un yacimiento cuprífero, que podríamos definir como “Nivel Faena”, y otro plano organizacional es uno que podríamos definir como “Nivel Corporativo”, con funciones de apoyo a diferentes faenas, y de desarrollo a largo plazo de la EM.

4.1.2.1 Estructura Organizacional

Se asumirá una estructura genérica frecuente a nivel faena, en lo relativo al core de negocios, que se ilustra a continuación:

- Vicepresidencia de Operaciones
 - Gerencia General Mina
 - Gerencia de Producción Mina
 - Superintendencia de Producción Mina
 - Superintendencia de Producción Área Seca (Chancado)
 - Otras superintendencias.
 - Gerencia de Mantenimiento Mina
 - Otras superintendencias
 - Gerencia General Planta
 - Gerencia de Producción Planta
 - Superintendencia de Producción Área Húmeda (Hidrometalurgia)
 - Superintendencia de Producción Concentradora (molienda y flotación, filtrado)
 - Superintendencia de Metalurgia
 - Gerencia de Mantenimiento Planta
 - Superintendencia de Mantenimiento Planta Concentradora
 - Superintendencia de Mantenimiento Área Húmeda (Hidrometalurgia)

- Superintendencia de Confiabilidad/Análisis y Mejoramiento
- Superintendencia de Planificación
- Gerencia Tranque
 - Superintendencia de Tranque

Existirán además otras gerencias que prestan apoyo, y que reportan o bien a la gerencia general de la faena, o a otras estructuras organizacionales a nivel corporativo. Las más relevantes serán:

- Gerencias a Nivel Faena:
 - Gerencia de Planificación, a nivel de la EM, que desarrolla y mantiene los modelos geometalúrgicos, desarrolla los planes de producción de cada año, y lleva estadísticas oficiales sobre el cumplimiento de estos planes.
 - Gerencia de Logística y Marketing, encargados del transporte y venta del concentrado de cobre.
 - Gerencia de Suministro, encargados de proveer insumos y repuestos.
 - Gerencia de Seguridad y Medio Ambiente, encargados de la detección de condiciones inseguras y gestión del manejo de riesgos, tanto para las personas como para el medio ambiente.
- Gerencias de Nivel Corporativo:
 - Gerencia del Centro Remoto de Operaciones (CRO), de nivel corporativo, que corresponde a salas de control remotas, ubicadas en Santiago.
 - Vicepresidencia de Proyectos, a nivel corporativo, que para sacar adelante el proyecto NPC designa una nueva Gerencia de Proyecto NPC, con una Gerencia de Comisionamiento NPC.

4.1.3 NPC - Aspecto Técnicos

Desde el punto de vista técnico, uno de los puntos de mayor relevancia es la incorporación de una nueva tecnología de flotación, sin precedentes en el país, y sin precedentes en el mundo funcionando a la escala de la NPC (existen algunos casos aislados de uso en el mundo, en procesos a menor escala), lo que sin duda significará un desafío al equipo de proyectos y al equipo de operaciones.

4.1.4 NPC - Aspectos Organizacionales

Tal como se indicó anteriormente, este análisis se realiza desde el punto de vista de la Superintendencia de Producción Concentradora, que es dependiente de la Gerencia de Producción Planta. Es esta superintendencia la que será la máxima responsable por los indicadores de producción de la NPC.

Existe otra área con la cual la Superintendencia de Producción Concentradora tendrá que trabajar de forma estrecha durante la PEM, la Gerencia de Comisionamiento NPC,

dependiente de la Vicepresidencia de Proyectos, que opera a nivel Corporativo. El foco principal de esta área también será el éxito de la PEM.

Sin duda en este proceso participan también de diferentes maneras otras sub-unidades organizacionales, pero que también tienen otras responsabilidades y funciones además de contribuir al éxito de la PEM, muy notablemente las gerencias del CRO y de Mantenimiento Planta, y la superintendencia de metalurgia, que también pertenece a la Gerencia de Producción Planta. Además, habrá otras indicadas en la sección 4.1.2.1, cuya participación será menor que en el caso de las antes mencionadas.

Tal como se indicó en la sección 2, todo este análisis se realizará desde la perspectiva de la Superintendencia de Producción Concentradora.

4.1.5 Terceras Partes

Para el éxito de la PEM es esencial la coordinación con otras entidades externas, siendo las más importantes las que se mencionan a continuación:

- a) Proveedores de maquinaria y equipamiento (*vendors*)
- b) Empresa constructora
- c) Consultoras de ingeniería. En específico, se asumió que una consultora apoyará en la PEM, y otra consultora con un rol de *Integrator Contractor*, en línea con lo indicado en la sección 4.1.1.
- d) Empresa Consultora de Soporte de comisionamiento y puesta en marcha.

4.2 Aspecto Estratégico

Para el desarrollo de una estrategia para la PEM, se realizará un análisis de externo a interno, y luego un desarrollo estratégico conjugando los factores que emergen del análisis antes mencionado.

Normalmente, en este tipo de metodologías -aplicadas a organizaciones completas- se realiza un análisis interno, uno externo, y luego un desarrollo estratégico. En este caso, sin embargo, se trata de una organización dentro de otra, y por lo tanto fue necesario generar una adaptación.

Este análisis se centrará en las unidades organizacionales cuya misión es llevar a cabo la PEM, y no a la totalidad de la empresa minera a la cual ésta pertenece (EM). La organización considerada consiste en varias áreas y gerencias diferentes dentro de la EM. No obstante, es muy necesario incluir al resto de la organización y contratistas clave dentro del análisis. Las herramientas normalmente utilizadas para análisis externo o interno podrían generar puntos ciegos al ser aplicadas a este estrato intermedio. En este

sentido, el diagnóstico se vuelve un poco más complejo y no bastaría con realizar meramente un análisis interno-externo, sino que se requieren tres niveles, como se muestra en la Figura 4-1.

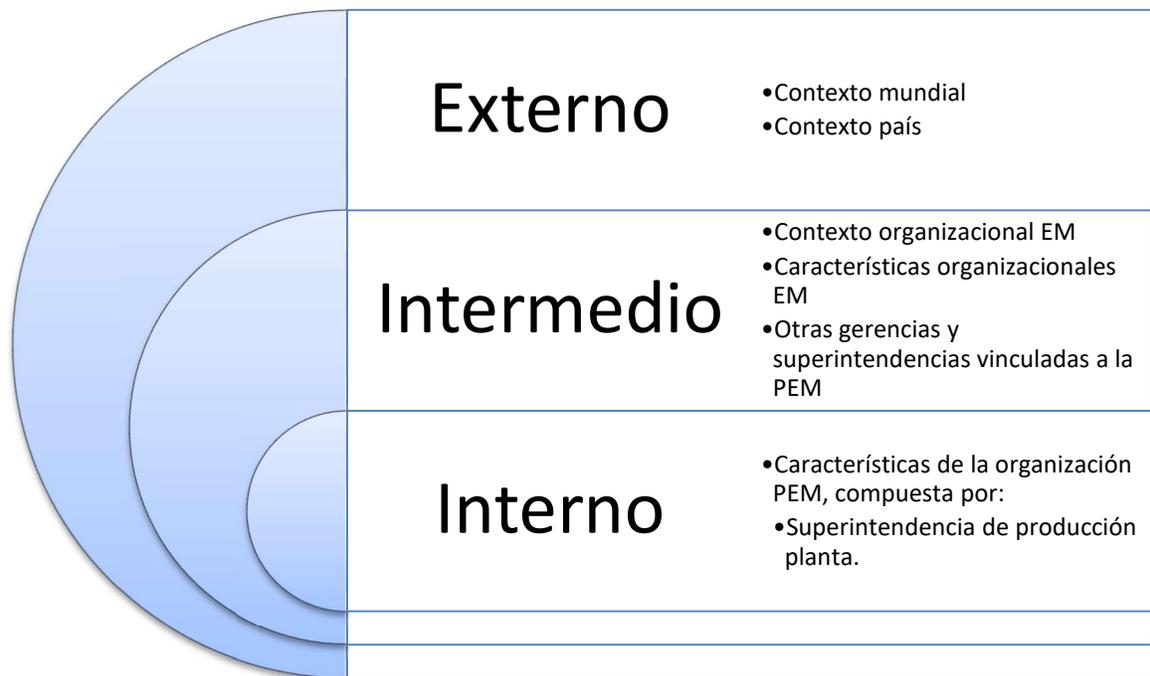


Figura 4-1: Niveles de análisis para desarrollo estratégico

- Para el análisis externo, se utilizará el *framework* estratégico PESTEL (Sammut-Bonnici & Galea, 2015).
- Para el análisis interno, se utilizará el *framework* estratégico 7s de McKinsey, metodología creada por los consultores Thomas J. Peters y Robert H. Waterman (Bryan, 2008; Waterman, et al., 1980).
- Para el análisis intermedio se utilizarán ambos *frameworks* estratégicos antes mencionados, por considerarlos complementarios. En un FODA convencional no existe este estrato intermedio, y lo que se acostumbra es calificar en el análisis externo a los aspectos positivos como oportunidades, y a los negativos como amenazas; y en el caso del análisis interno, se clasifican los aspectos positivos como fortalezas y a los negativos como debilidades. En este estrato intermedio se adoptará la convención de adoptar la denominación utilizada para el análisis interno, ya que después de todo, obedecen a aspectos que pertenecen a una organización, la EM.

- Para el desarrollo estratégico se utilizará un FODA, implementado en su variante TOWS (Piercy & Giles, 1989; Wehrich, 1982).
- Las fortalezas y debilidades se obtendrán del análisis interno, y las oportunidades y amenazas de los análisis externo e intermedio.

Se espera obtener como resultado una serie de medidas estratégicas orientadas a:

Maximizar oportunidades maximizando fortalezas, minimizar amenazas maximizando fortalezas, Maximizar oportunidades minimizando debilidades, y minimizar amenazas minimizando debilidades. De estas medidas se derivarán objetivo general, específicos y actividades clave.

Al incluirse el estrato intermedio se realizará una adaptación del *framework* TOWS, en donde se entrecruzarán el estrato externo con el intermedio, luego el intermedio con el interno, y finalmente el externo con el interno. Si bien el foco es en la Superintendencia de Producción Concentradora, no se puede pensar que desde esta unidad organizacional se va a dar respuesta a todas las amenazas del entorno, ni a todas las oportunidades, sino que mucho de eso va a estar debidamente abordado por el estrato intermedio, la EM, y por lo tanto la Superintendencia podrá enfocarse en aquellas cosas que no estén debidamente resueltas y que estén a su alcance abordar.

Los *frameworks* seleccionados se describen mejor en la revisión bibliográfica, y son de amplia utilización en el marco de desarrollo estratégico empresarial, y son los suficientemente genéricos y versátiles como para poder también ser adaptados y utilizados en el contexto de la PEM.

4.3 Aspecto Técnico

Como se mencionó en la revisión bibliográfica, los "errores en la operación" son responsables de una gran parte de todas las fallas y problemas que se presenten en una puesta en marcha, causando incluso fallas catastróficas en instalaciones industriales (Almasi, 2014). En base a esto, esta tesis considerará un plan de gestión para la puesta en marcha desde el punto de vista de la operación, particularmente de las acciones que debe tomar la Superintendencia de Producción de Concentradora de la EM.

La metodología a emplear para la generación de un plan de gestión de la puesta en marcha de la NPC –desde la perspectiva de la Gerencia de Producción Planta– considerará lo visto en términos generales en la definición del marco conceptual (principalmente los estudios del *Construction Industry Institute*, de *University of Texas*,

Austin y de *Tribe & Johnson*, 2008), y –en particular- los factores críticos de éxito para la puesta en marcha de proyectos de capital descritos por O’Connor et al. (2016).

Debido a la etapa en que abordaría la Gerencia de Producción Plantas el proyecto de la NPC (en particular la Superintendencia de Producción Concentradora) y considerando los factores críticos de éxito (FCE) propuestos por O’Connor et al. (2016) (descritos en la sección 3.4), los FCE que se deben implementar y asegurar son:

- N°4: Alineamiento entre la gerencia de proyectos del dueño, operaciones, comisionamiento, ingeniería y construcción
- N° 5: Continuidad del liderazgo de la puesta en marcha.
- N° 12: Capacidad del equipo PEM.
- N° 13: Calendario integrado construcción / PEM.
- N° 14: Información precisa de la situación *As-Built*.
- N° 15: Transición a un sistema de gestión basado en sistemas.
- N° 16: Aproximación colaborativa al *turnover* construcción-PEM.

Una vez identificados los FCE sobre los cuales se trabajaría, éstos se reagruparon, definiéndose los tópicos de gestión señalados en Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Definición de tópicos de gestión en base a los factores críticos de éxito para la puesta en marcha.

Factores Críticos de Éxito para PEM	Tópicos de Gestión
N°4: Alineamiento entre la gerencia de proyectos del dueño, operaciones, comisionamiento, ingeniería y construcción	Gestión de <i>Stakeholders</i>
N° 5: Continuidad del liderazgo de la puesta en marcha.	Gestión del Liderazgo
N° 12: Capacidad del equipo PEM.	Gestión del Conocimiento
N° 14: Información precisa de la situación <i>As-Built</i>	
N° 13: Calendario integrado construcción / PEM.	Gestión del Proyecto
N° 15: Transición a un sistema de gestión basado en sistemas.	

N° 16: Aproximación colaborativa al <i>turnover</i> construcción-PEM.	
	Gestión de Riesgos de Salud y Seguridad

Adicionalmente, tal como se puede apreciar, se agregó un tópico de gestión adicional sobre Gestión de Riesgos de Salud y Seguridad, debido a la relevancia de este punto dentro de los valores de la Compañía.

El objetivo principal de la definición de los tópicos de gestión de la Tabla 4-1, es que las acciones propuestas en el plan estratégico estén orientadas a cubrir estos aspectos claves de éxito de la puesta en marcha.

4.3.1 Gestión de *stakeholders*

Se realizó un levantamiento de interfaces de las áreas involucradas y se establecerá a partir de eso una estrategia de coordinación de los múltiples *stakeholders* involucrados en la PEM, que se enumeran en las secciones 4.1.4, 4.1.5, y 4.1.2. Como ya se ha mencionado, esto se realizará principalmente desde la perspectiva de la Gerencia de Producción Planta.

4.3.1.1 Levantamiento de los principales *stakeholders*

Debido a la estructura organizacional de la EM y la NPC, existen múltiples interfaces con las cuales la Gerencia de Producción Plantas, y más específicamente, la Gerencia de Producción Concentradora, debe interactuar, ya sea durante el comisionamiento como durante la operación normal.

4.3.1.2 Instancias de integración de *stakeholders*

Considerando el gran desafío de unir todas interfaces, y que integrantes de diferentes gerencias estarán involucrados en procesos puesta en marcha de equipos, subsistemas y sistemas, y su posterior operación, será necesario conformar “células” para el desarrollo de cada uno de estos procedimientos, cada una de ellas integradas por personas de las diferentes áreas involucradas, así como también por consultores de puesta en marcha, y consultando con los *vendors* relevantes.

La misión de estas células será determinar la parametrización de variables de proceso para cada una de las secuencias de comisionamiento, además de los procedimientos paso a paso para cada una de las áreas involucradas, las responsabilidades de cada área y la información que deben comunicarse y en qué momentos.

Luego de que una célula termine un procedimiento, éstos serán revisados por todos los integrantes de las áreas relevantes, para minimizar la posibilidad de que se generen errores, asegurar que los procedimientos sean claros, y estén todas las partes de acuerdo y debidamente informadas.

4.3.2 Gestión del conocimiento

Para el desarrollo de un proceso de gestión del conocimiento que minimice errores operaciones, se aplicarán las etapas de gestión del conocimiento revisadas en la sección 3.8 (adquisición, almacenamiento, distribución y uso), en conjunto con las acciones organizacionales relacionadas con cada una de las etapas, propuestas en la revisión realizada por González y Martins (2017) y Grant (2013)

En esta área se describirá la estrategia de entrenamiento establecida durante las etapas iniciales del proyecto (cursos generales, teóricos, seguridad, entre otros), entrenamientos específicos de equipos, y difusión de las estrategias de comisionamiento y operación, además de los medios y recursos que serán considerados para su ejecución. Adicionalmente, se deberá incorporar la participación de representantes de los proveedores de equipos e instalaciones durante el comisionamiento. Finalmente, se describirá el proceso de generación de procedimientos y protocolos de operación, plan de difusión, repositorios de información y otras recomendaciones. Para esto la integración de stakeholders es de suma importancia.

4.3.3 Gestión del Proyecto

Se define un plan en base a los principales hitos establecidos para la ocurrencia de la PEM, desde el traspaso del área de construcción hasta finalmente llegar al área de operaciones (fechas de término de construcción, período de pruebas funcionales, pruebas operativas, etc.). Adicionalmente, se incluirá una breve descripción de la estrategia de PEM de cada Unidad Funcional, subdividiéndola en las etapas que definan el proceso.

4.3.4 Gestión de Riesgos de Salud y Seguridad del Proyecto

Dado que la PEM es una tarea compleja que implica desarrollar múltiples actividades y de manera simultánea, se establecerá una estrategia que haga posible efectuarla de acuerdo con los estándares de seguridad establecidos por la EM, teniendo como objetivo

cero incidentes con daño a las personas. Para ello, es requerido considerar planificación de gestión de riesgos, tareas de reconocimiento de riesgos (inventarios), análisis cualitativo de riesgos (capacitaciones de ser requeridas), retroalimentación a partir de experiencias, entre otros (Yang and Can, 2010). En base a lo anterior, se definirá lo siguiente:

- Capacitaciones de herramientas de seguridad básicas
- Mapa de proceso e inventarios de riesgos
- Elaboración de procedimientos

5 DESARROLLO METODOLÓGICO Y RESULTADOS

5.1 RESULTADOS ANÁLISIS EXTERNO

En la sección 5.1.1, se desarrolla el análisis externo Nivel Macro utilizando para ello el *framework* estratégico PESTEL (Sammut-Bonnici & Galea, 2015).

5.1.1 Nivel Macro

En la Tabla 5-1, se presenta el análisis nivel macro, identificando cada uno de los elementos de acuerdo con su rol en el FODA, donde:

- “A” denota “Amenaza”
- “O” denota “Oportunidad”
- “N” denota “Neutro”

Tabla 5-1: Análisis Nivel Macro- Framework Estratégico Pestel

	A	O	N	Comentarios
Político				
Inestabilidad política <ul style="list-style-type: none"> • Plebiscito por nueva constitución 	X			La constitución actualmente vigente en Chile considera en su contenido varias disposiciones relativas a la propiedad minera y al uso de agua. Cambios en estas secciones y en la normativa medioambiental, podrían alterar las condiciones iniciales en las cuales fueron evaluados ciertos proyectos.
Económico				

Precios del Cobre		X		Esta variable se define en este análisis como oportunidad, ya que el caso de negocio intermedio con el que se evaluó económicamente el proyecto consideraba un precio del cobre de 3USD/lb y el precio del cobre desde la puesta en marcha en el año 2020 a Septiembre 2022, ha promediado un valor de 3,68 USD/lb ² .
Precio del Dólar			X	La valorización del dólar a nivel internacional podría impactar negativamente en el precio del cobre.
Precio del petróleo	X			Aumentos en el precio del petróleo (Investing, 2022) - tendencia creciente desde el año 2020- pueden impactar negativamente sobre los costos de producción de la industria minera.
Crisis Económica post-pandemia	X			Como consecuencia de la desaceleración post-pandémica mundial, la demanda de cobre podría descender, afectando así mismo su precio.
Nuevos proyectos mineros podrían aumentar rotación de personal	X			Se evalúa como una debilidad latente, debido a la puesta en marcha de otros proyectos <i>brownfield</i> en el país va a generar una alta demanda tanto de supervisores como operadores mineros.
Social				
Cuestionamiento social hacia el sector minero	X			Las empresas mineras necesitan no sólo aprobaciones regulatorias y legales a nivel gubernamental sino también deben legitimar su operación ante la sociedad en que se desenvuelve, sobre todo en temas medioambientales y de integración social, lo que

² Valor calculado con datos extraídos de COCHILCO, Ministerio de Minería (COCHILCO, 2020)

			se le ha llamado “license to operate”
Tecnología			
Big Data, IA y Transformación Digital.		X	La incorporación de <i>Big data</i> , inteligencia artificial, <i>Machine Learning</i> , entre otras, pueden ser incorporados en la analítica de diversos procesos, permitiendo -entre otras cosas- el análisis de datos en tiempo real, como el aumento del rendimiento operativo (Minería Chilena, 2022)
Instrumentación y control de procesos		X	Para poder manejar el control de los procesos, e incluso, la incorporación de formas más sofisticadas como la inteligencia artificial, es esencial contar con la instrumentación suficiente y adecuada para el proceso. La medición y el control de procesos son fundamentales para generar, en definitiva, los mejores resultados posibles respecto a la utilización de recursos, equipos, performance, rentabilidad, protección medioambiental y seguridad, entre otros.
Medio Ambiente			
Cambio climático <ul style="list-style-type: none"> • Presión por mayor Eficiencia energética • Uso responsable del Agua 		X	La minería del cobre es responsable, directa o indirectamente, de cerca del 21% de las emisiones de Chile. En la actualidad, la minería demanda un 33% de la electricidad y casi un 20% del diésel nacional, y se proyecta que su consumo eléctrico aumente en un 41,2% al 2029, fenómeno que se explica -entre otros factores- por un aumento en la demanda de cobre, que hacia el 2050 se incrementaría cerca de un 50 por ciento (Universidad de Chile, 2021). Considerando este contexto, el interés por la implementación de la

			<p>“minería verde” ha tomado fuerza en las últimas décadas (Gonzalez, 2022) y dentro de los objetivos perseguidos está promover mejores prácticas a fin de reducir los impactos socioambientales, migrar hacia el uso de tecnologías más limpias, el uso eficiente de los recursos (entre estos, agua y energía), promover la reducción de la huella ambiental y la promoción de una economía circular (dada por la recuperación de todos los minerales útiles y la minimización de los residuos mineros).</p>
Legal			
<p>Nueva Constitución</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explotación Minera • Derechos de Agua 	X		<p>Si bien el borrador constitucional no fue aprobado en el plebiscito de salida, la discusión constitucional continua en Chile, lo que -sin duda- puede generar incertidumbre en rubros industriales estratégicos como la minería. Con esta discusión aún en curso, aún es una incógnita qué ocurrirá con el marco legal de Chile, incluyendo el Código de Minería, gestión del, agua, etc.</p>
<p>Permisos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambientales • Sectoriales 	X		<p>En las últimas décadas Chile ha avanzado progresivamente en fortalecer su institucionalidad y su regulación ambiental. Esta condición ha incidido de manera relevante en la forma en que distintas actividades económicas se desarrollan en el país, siendo la minería una de aquellas industrias en que la regulación ambiental ha condicionado fuertemente su desarrollo, aumentando los estándares en su evaluación ambiental y su posterior operación y eventual cierre (Schultz-</p>

5.2 ANÁLISIS INTERMEDIO

En la sección 5.2.1 y 5.2.2, se desarrolla el análisis intermedio utilizando para ello el *framework* estratégico PESTEL (Sammut-Bonnici & Galea, 2015) y 7S de McKinsey (Bryan, 2008; Waterman, et al., 1980), respectivamente.

Tal como se indicó previamente, este nivel de análisis corresponde a la EM, a nivel corporativo.

5.2.1 PESTEL

En la Tabla 5-2, se presenta el análisis nivel intermedio, identificando cada uno de los elementos de acuerdo con su rol en el FODA, donde:

- “F” denota “Fortaleza”
- “D” denota “Debilidad”
- “N” denota “Neutro”

Tabla 5-2: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico Pestel

	F	D	N	Comentarios
Político				
Rotación e Interinatos en altos cargos directivos.		X		De acuerdo con lo revisado en el marco conceptual, particularmente en la sección 3.4, el <i>Construction Industry Institute</i> , de la Universidad de Texas – Austin, identificó entre los 16 factores críticos de éxito para el comisionamiento y puesta en marcha de proyectos, el liderazgo y alineamiento de los equipos de trabajo. La continuidad del liderazgo a lo largo del proyecto es un factor crítico. Las capacidades necesarias de liderazgo, durante este periodo, deben estar bien definidas. En este caso se define este aspecto como una amenaza, debido a los cambios organizacionales

				(particularmente cargos ejecutivos) previo y durante la puesta en marcha.
Económico				
Proyecto cuenta con financiamiento suficiente en plazos razonables.			X	Este punto fue calificado como neutral, debido a que el proyecto cuenta con financiamiento desde el directorio de la compañía.
Social				
Políticas de Equidad de Género	X			Equipos de trabajo diversos, reúne a personas de diferentes orígenes, permitiendo tener una variedad de perspectivas para resolución de problemas, así como también mejoras en procesos que involucren innovación y creatividad (Bernard, 2022)
Integración de comunidades locales	X	X		Este punto fue categorizado tanto como fortaleza como debilidad: F: Integrar a las comunidades locales dentro de la fuerza laboral, es de vital importancia para promover el entendimiento de las comunidades anfitrionas de la actividad minera y, junto con otras variables, contribuir a la llamada "licencia para operar". D: Sobre el 80% de las personas provenientes de las comunidades que ingresaron a la compañía como operadores, no poseían experiencia en minería, lo que podría afectar negativamente la ejecución del comisionamiento y ramp-up.
Rotación de Personal			X	Es un punto anterior se evaluó los efectos de la rotación de altos ejecutivos,

				refiriéndose en este caso a la rotación de supervisores y trabajadores. Se evalúa como amenaza, debido a otros proyectos <i>brownfield</i> desarrollándose en otras compañías minera.
Tecnología				
Nueva tecnología de flotación		X		De acuerdo con el análisis realizado en la sección 3.5, se cataloga este ítem como "Amenaza", considerando que la nueva tecnología utilizada en flotación era primera vez en el mundo, utilizada en un proceso de esa escala y en todas las etapas de flotación (existían algunos usos puntuales, en plantas de menor tamaño). Si bien existe la posibilidad de que en el largo plazo se transforme en una fortaleza, cuando la operación se estabilice, para la PEM, en concreto, representará una debilidad.
Medio Ambiente				
Emisiones de material particulado hacia comunidades cercanas		X		Existen variados casos en Chile de comunidades cercanas a zonas de explotación minera declaradas como "zonas saturadas", en donde una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. Dado que el proyecto tiene comunidades vecinas y otros actores mineros presentes en el área, es una amenaza permanente.
Utilización de agua de mar desde desaladora		X		El proyecto considera el uso de agua de mar desalada.
Legal				
<ul style="list-style-type: none"> Área de Trámite de Permisos 	X			La EM tiene un área específicamente dedicada a tramitar este tipo de permisos y su funcionamiento es adecuado

5.2.2 McKinsey 7S

5.2.2.1 Valores

Objetivos Superiores y Valores Compartidos:

1. Sostenibilidad – Salud y seguridad primero, responsabilidad medioambiental, y social mediante apoyo a las comunidades.
2. Integridad – Haciendo lo que es correcto, y haciendo lo que dicen que van a hacer.
3. Respeto – Apertura, confianza, trabajo en equipo, diversidad y relaciones mutuamente beneficiosas.
4. Desempeño – Obtención de resultados de negocio superiores extendiendo las capacidades de la empresa.
5. Simplicidad – Focalizar esfuerzos en las cosas más importantes.
6. Responsabilidad – Definir y aceptar la responsabilidad y cumplir los compromisos tomados.

Tabla 5-3: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico Pestel

	F	D	N	Comentarios
Valores				
Valores inclusivos	X			Promueven la contratación de talento joven y la aceptación por parte de la comunidad. Estos valores se traducen luego en iniciativas concretas respecto de la integración femenina y de las comunidades circundantes.
Cultura de la Seguridad	X			La cultura de la seguridad permea a toda la organización, en sus diferentes faenas, y existe poca tolerancia a fallas en lo tocante a este punto, lo que hace que el personal ponga mucha atención a las medidas preventivas.

5.2.2.2 Estrategia

Tener las mejores capacidades, mejores *commodities*, y mejores *assets* para generar valor de largo plazo y obtener altos retornos.

Tabla 5-4: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico McKinsey 7s, sección Estrategia

	F	D	N	Comentarios
Estrategia				
Estrategia basada en assets			X	Se estima que esto es más relevante para definir la

				estrategia de exploraciones de la compañía, y que su impacto en la PEM será nulo, ya que no se puede cambiar el asset que se está explotando.

5.2.2.3 Estructura

- Estructura Corporativa
 - Vicepresidencia de Proyectos
 - Gerencia de Comisionamiento
 - Gerencia de Construcción
 - Área de RRHH
 - Área de Tecnología
 - Área de Marketing (Puerto)
 - Área de Logística (Transporte y trenes)
- Estructura en Faena
 - Área de Operaciones Integradas
 - Centro Remoto de Operaciones (CRO)
 - Faena
 - Gerencia General Mina
 - Gerencia General Planta
 - Gerencia de Producción Plantas
 - Superintendencia de Producción Concentradora
 - Superintendencia de Metalurgia
 - Gerencia de Mantenimiento Plantas
 - Gerencia de Tranque de Relaves y Aguas

Además de esta enumeración existen otras gerencias encargadas de diferentes cosas, cada una con sus gerentes y sus equipos de trabajo.

Como se puede apreciar, la estructura de la EM es bastante voluminosa, en la cual hay múltiples gerencias, y cientos de personas involucradas, lo que genera una variedad de efectos colaterales.

Tabla 5-5: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico McKinsey 7s, sección Estructura

	F	D	N	Comentarios
Estructura				
Dificultades de Coordinación		X		Producto de la enorme estructura de la EM
Lentitud en toma de decisiones		X		Para muchas cosas múltiples gerencias requieren llegar a acuerdos para poder tomar decisiones, y luego deben comunicar a sus bases las

			instrucciones, y las bases deben luego actuar de forma coordinada. Esto suele ser complejo, y exigir grandes habilidades comunicacionales, y una especial disciplina para evitar errores no forzados.
Lentitud en la ejecución		X	La toma de decisiones en ámbitos donde no existe unidad de comando y autonomía puede ser bastante lenta, y la coordinación entre áreas también puede ralentizar la ejecución de las acciones definidas.
Riesgo de Conflictos y Tensiones entre Áreas		X	En algunos casos puede ocurrir que, si no está bien determinado en los procedimientos, diferentes áreas se atribuyan potestades sobre la misma materia. En otros casos los KPIs de diferentes áreas generan pueden entrar en contradicción, o generar incentivos perversos, en donde un área pone sus propios objetivos por sobre aquellos orientados a la obtención de resultados organizacionales a nivel macro.
Altos Costos Fijos		X	Adicionalmente, esta enorme estructura organizacional tiene también altos costos fijos, lo que poner una presión adicional sobre la Gerencia de Producción, que debe obtener un output capaz de sostener este nivel de costos. En caso de que se encuentren dificultades o surjan problemas a nivel de producción, se arriesga que el costo de producción por libra de cobre generada exceda el valor de mercado, ocasionando pérdidas.

Heterogeneidad de Cultura Organizacional			X	Esta estructura también complejiza el cultivo de una cultura organizacional homogénea, debido a la dispersión geográfica, y a la multiplicidad de líderes, cada uno con su propio estilo de liderazgo, que impacta finalmente en la cultura de un área específica.
--	--	--	---	--

5.2.2.4 Sistemas

- Sistema de gestión de riesgos
 - Salud
 - Seguridad
 - Medioambiente
- Entrega de turno, operación-mantenimiento, operación-operación.
- Sistema de gestión operacional basado en tareas y listas de verificación.
- Sistema de adquisiciones (procurement), incluyendo insumos y servicios.
- Sistema de gestión de la mantención, implementado en SAP.
- Sistema de gestión de desempeño de rrhh.
- Sistema de planificación.
- Sistema de logística para despacho de concentrado.
- Sistema de Denuncia Anónima que permite a los trabajadores de la EM denunciar de forma segura situaciones irregulares, malos tratos, o situaciones discriminatorias.

- **Tabla 5-6: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico McKinsey 7s, sección Sistemas**

	F	D	N	Comentarios
Sistemas				
Sistemas de soporte	X			Los sistemas de la compañía son robustos, y si bien puede tomar algo de tiempo, funcionan con gran desempeño.
Sistema de Denuncia Anónima	X			Sistema desincentiva situaciones de malos tratos y escalamiento de conflictos en bajo condiciones de stress.

5.2.2.5 Estilo

No obstante, tal como se comentó antes, existe también una multiplicidad de liderazgos en diferentes áreas más cercanas a la PEM que generan variaciones culturales

importantes, y que terminarán teniendo mayor incidencia que los valores macro que la EM promueve.

- **Tabla 5-7: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico McKinsey 7s, sección Estilo**

	F	D	N	Comentarios
Estilo				
Liderazgo Corporativo Inclusivo	X			Estilo de liderazgo a nivel del CEO de la EM es absolutamente coherente con los valores organizacionales antes mencionados, y sería calificable como un liderazgo inclusivo (Bourke & Titus, 2020).
Liderazgo de Faena " <u>Pacesetting</u> "		X		A nivel de faena, calza más bien con el estilo " <u>Pacesetting</u> " (Goleman, et al., 2002), que, si bien tiene como virtud aspirar a la excelencia, como defecto suele causar desmotivación, stress, sentimientos de fracaso, y pérdida de confianza. Se valoran los resultados por sobre el trabajo mismo (Goleman, et al., 2002). Un comisionamiento de planta con una tecnología nueva es en cambio un problema no estructurado, que requiere enfrentarlo con creatividad y diálogo en equipos multidisciplinarios. Requiere de brainstorming, pues no hay plena certeza sobre el mejor curso de acción (Prescott, 1981). No hacer esto a menudo causa atrasos en la implementación y fracaso en la obtención de las metas de producción (Prescott, 1981). La actividad creativa requiere de un ambiente de confianza donde el líder estimula el aporte de ideas y apoya su trabajo (Amabile, et al., 1996). La puesta en marcha es muy demandante para los equipos que la llevan a cabo, y es importante que el líder

				contribuya a mantener su moral alta, para evitar <i>burn-out</i> (Mannan, 2012) y la rotación de personal, ya que la continuidad del equipo es un factor crítico de éxito (ver sección 3.4).
Liderazgo de Gerencia de Producción de tipo Formativo ³	X			La gerencia de Producción tiene un liderazgo Formativo (Goleman, et al., 2002) , en donde el líder estimula a su equipo a lograr ser su mejor versión, como persona y profesionalmente, de manera positiva, entregando frecuentemente feedback y recomendaciones (Goleman, et al., 2002).

5.2.2.6 Capacidades

A nivel macro, la EM tiene amplias competencias en:

- Operación de faenas mineras
- Mantenimiento de equipamiento minero
- Grandes Proyectos

Por áreas se pueden identificar las siguientes capacidades:

- Gerencia de Producción Planta
 - Gerente cuenta con experiencia previa en PEMs de plantas concentradoras.
 - Superintendencia de Metalurgia
 - 1 metalurgista de proyecto sin experiencia en plantas en operación
 - 1 metalurgista con experiencia operacional, pero en hidrometalurgia
 - 2 metalurgistas con experiencia en plantas concentradoras
- Gerencia de Operaciones Integradas (Corporativo)
 - Supervisores Centro Remoto Operaciones
 - De un total de 4, sólo 1 tiene experiencia operativa en concentradoras, y otra persona en concentradora, pero en molibdeno.
 - Especialistas de sala de control CRO
 - Aprox. 70% no tiene experiencia en plantas concentradoras.
- Externalizadas
 - Construcción y Comisionamiento
 - Empresa de Construcción y Pre-comisionamiento
 - Consultora de Integración de sistemas (EPC)
 - Consultora de Puesta en Marcha y Comisionamiento

³ “Coaching”

- Conocimiento experto sobre cada equipo en particular del proceso productivo
 - Proveedor de Molinos y Revestimientos
 - Proveedor de Sistema motriz de molinos
 - Proveedor de Espesadores de relaves
 - Proveedor de Ciclones
 - Proveedor de Control Automático
 - Proveedor de nuevo tipo de Celdas de flotación
 - Proveedores de bombas

• **Tabla 5-8: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico McKinsey 7s, sección Capacidades**

	F	D	N	Comentarios
Capacidades				
Inexperiencia en CRO		X		30% de especialistas de salas de control cuenta con experiencia en plantas concentradoras superior a 5 años.
Gerente de Producción con Experiencia PEM	X			Contar con esta experiencia previa de PEM en plantas concentradoras será una gran referencia para el resto del equipo.

5.2.2.7 Personal

- Personal muy diverso en diferentes áreas operacionales y de soporte.
- Políticas de inclusión que promueven la inserción de mujeres y de operadores provenientes de las comunidades aledañas.

Si bien está ampliamente demostrado que la diversidad en el personal promueve la competitividad de las empresas, la adopción de políticas de diversidad de forma veloz, cuando hay falencias de fondo puede ser complejo. En el caso de esta PEM, se está incorporando un gran número de operadores novatos, sin experiencia previa en minería, provenientes de comunidades aledañas.

Esto exigirá un esfuerzo importante de capacitación previa, y la capacitación previa sólo puede referirse de forma teórica y en abstracto a los objetos y situaciones que se darán, pues la planta aún no existe. La inexperiencia de los operadores podría aumentar los riesgos a la seguridad de las personas y/o al medio ambiente.

Sin duda esto es una inversión a largo plazo, pero en el corto plazo involucrará desafíos adicionales para la PEM.

• **Tabla 5-9: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico McKinsey 7s, sección Personal**

	F	D	N	Comentarios
Capacidades				
Inserción Femenina		X		Ya comentado en PESTEL

Inserción de Comunidades	X	X		Ya comentado en PESTEL
Desarrollo de Carrera	X			Respecto a Supervisores, la compañía posee planes de entrenamiento, desarrollo de carrera e identificación de talentos, los cuales son soportados por evaluaciones periódicas de desempeño (3-4 por año). Para los operadores existe un plan de evaluaciones bianuales que les permiten promociones, dependientes de su desempeño.

5.3 ANÁLISIS INTERNO

Para el análisis interno, se utilizará el framework estratégico 7s de McKinsey, metodología creada por los consultores Thomas J. Peters y Robert H. Waterman (Bryan, 2008; Waterman, et al., 1980).

Tal como se ha indicado, la unidad de análisis a considerar será la Superintendencia de Producción Concentradora, dependiente de la Gerencia de Producción de la Faena.

5.3.1 Análisis Interno Organización PEM

Tal como se indicó previamente, este nivel de análisis corresponde a las áreas cuya principal responsabilidad y misión es el éxito de la PEM.

5.3.1.1 Valores

Salvo excepciones, la mayoría del equipo PEM, de las diferentes áreas organizacionales, muestran una adhesión importante a los valores de la EM, sobre todo a los de sostenibilidad y respeto. No obstante, hay oportunidades de mejora, sobre todo en lo concerniente a simplicidad.

- **Tabla 5-10: Análisis Nivel Intermedio- Framework Estratégico McKinsey 7s, sección Personal**

	F	D	N	Comentarios
Valores				
Fuerte adhesión a valores de sostenibilidad y respeto	X			Estos valores a los cuales el equipo adhiere contribuirán a evitar riesgos al medioambiente y debería contribuir evitar deterioros en el clima laboral.

Dificultad de adherirse al valor de simplicidad		X		Resulta muy difícil mantener un valor de simplicidad en el marco de una estructura que genera tantas interfases, y en donde están involucradas tantas áreas y empresas.
---	--	---	--	---

5.3.1.2 Estrategia

La misión del equipo PEM es llevar a cabo una puesta en marcha de manera segura, tanto para las personas, medioambiente y para el equipamiento, cumpliendo con los plazos y con los planes de producción durante el *ramp-up* que espera la compañía. Lo anterior, se alinea con la estrategia de la EM, en específico, para obtener el mejor retorno posible a partir del *asset*.

Para cumplir con esta misión, la Superintendencia de Producción de Concentradora, además de identificar sus propias actividades en un plan de trabajo, deberá planificar actividades de interacción con otros *stakeholders* para asegurar el cumplimiento de ciertos hitos, que habiliten una PEM segura y de acuerdo con lo presupuestado. El desarrollo de este trabajo sentará las bases de la estrategia de la superintendencia, por lo que no se incluirá dentro del análisis.

5.3.1.3 Estructura

La Superintendencia de Producción Planta se estructura de la siguiente manera:

Superintendente

- 3 Coordinadores de Producción
 - 1 de Molienda
 - 1 de Flotación Colectiva
 - 1 de Flotación Selectiva
- 4 jefes de turno, uno por cada turno
 - 12 operadores por cada turno, 48 en total.

Se cree que podría haber una debilidad en términos de estructura, ya que existe la posibilidad de que la cantidad de jefes de turno resulte insuficiente para supervisar a la totalidad de los operadores de cada turno, debido a que, al ser una PEM, pueden presentarse múltiples problemas inesperados de manera simultánea, además de contar con una dotación con un porcentaje importante de personal sin experiencia, que podría requerir supervisión frecuente en sus tareas.

5.3.1.4 Sistemas

Los sistemas son todos aquellos previamente indicados a nivel corporativo de la EM más los siguientes específicos de la PEM (ver **Tabla 5-11**).

El análisis nivel interno de sistemas, evalúa cada uno de los elementos de acuerdo con su rol en el FODA, donde:

- “F” denota “Fortaleza”
- “D” denota “Debilidad”
- “N” denota “Neutro”

Tabla 5-11: Análisis Interno de Sistemas

Sistemas	F	D	N	Comentarios
Planificación general de la PEM poco transversal e integradora		X		Si bien se cuenta con un plan de trabajo de las actividades de la Superintendencia de Producción Concentradora, se hace necesario de que este plan sea parte de un plan integral, con el enfoque del gerente general, para asegurar el cumplimiento de hitos de los principales <i>stakeholders</i> de las áreas operativas de la planta: área mina, planificación, geología, metalurgia, <i>supply chain</i> , contratos, centro integrado de operaciones, proyectos, etc. A raíz de esta carencia, se considerará debilidad.
Falta de Rutinas de coordinación y trabajo inter-áreas (múltiples <i>stakeholders</i>)		X		Se considera como debilidad, ya que se debe considerar de manera sistemática en el plan de actividades las rutinas de coordinación inter-áreas, de acuerdo con lo indicado en el punto anterior.
Rutinas de coordinación y trabajo con consultores y vendors	X			Este punto es considerado como fortaleza, ya que se cuenta con un plan de trabajo y rutinas implementadas con los consultores externos que soportarán el comisionamiento y puesta en marcha, así como también un plan de capacitaciones y asistencia de <i>vendors</i> durante el proceso.
Proceso de generación de estándares operacionales, incluyendo procedimientos, inventarios de riesgo, listas de verificación, diagramas de bloqueo.	X			Este punto es considerado como fortaleza, ya que durante el proceso de preparación operacional (<i>operational readiness</i>), los propios operadores generaron los procedimientos, inventarios de riesgos, listas de verificación, diagramas de bloqueo, etc. Este involucramiento permitió que alcanzaran un buen entendimiento del proceso, memorización de procedimientos, y, por lo tanto, esto ayuda a disminuir la probabilidad de accidentes y errores operacionales.
Proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha de equipos, y definición de parámetros de	X			Es considerado como fortaleza, ya que parte de este trabajo fue generado en conjunto con el equipo de proyecto, particularmente con la Gerencia de Comisionamiento. La Superintendencia

operación durante el comisionamiento, a partir de la definición de unidades funcionales y paquetes de traspaso.				de Producción Concentradora ejecuta el proceso de comisionamiento, pero no es <i>accountable</i> , sino que la responsabilidad recae en la Gerencia de Comisionamiento. Por lo tanto, la colaboración entre el área ejecutora y el área responsable en la elaboración de protocolos, definición de parámetros, etc. propicia una relación estrecha que es vital para el éxito de la puesta en marcha.
Proceso de capacitación de operadores sin experiencia		X		Si bien existió un proceso de capacitación desde un punto de vista teórico de los futuros operadores planta, se considera una debilidad, ya que no se realizaron pasantías en otras operaciones de la misma EM, entendiéndose que más de un 40% de los operadores no cuenta con experiencia en concentradoras.

5.3.1.5 Estilo

En el caso de la superintendencia de producción concentradora, hay dos roles distintos de supervisor, el coordinador, que genera estándares de operación comunes entre diferentes turnos, y el jefe de turno, que es jefatura directa de los operadores.

En el caso de los coordinadores, tendrán que influenciar a diferentes grupos de personas, y el trato es principalmente entre coordinador y jefes de turno, mientras que en el caso de los jefes de turno, siempre será con el mismo equipo de operadores.

A raíz de esto, para todos los casos resulta ilustrativo aplicar la clasificación de liderazgos de Goleman (2002), pero es conveniente complementar para el caso de los jefes de turno con el *framework* de liderazgo situacional (Hersey, et al., 1979), que permite evaluar el match entre el tipo de equipo y el tipo de liderazgo, entendiéndose que hay equipos con distintos niveles de madurez, y que cada uno de estos requiere diferentes estilos de liderazgo, como se muestra en la .

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede apreciar el análisis realizado, y se detectan las potenciales debilidades.

Sin embargo, para poder hacer match entre estilos de Figura 5-1

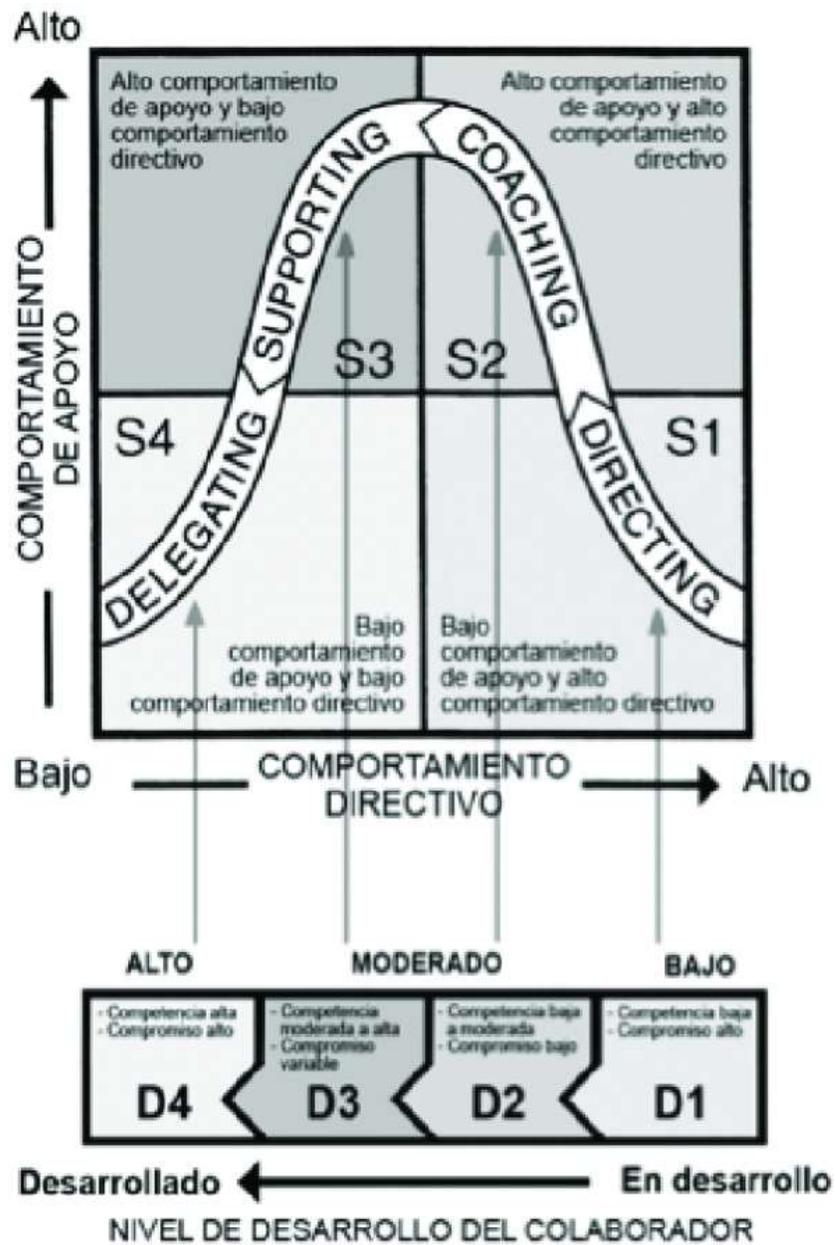


Figura 5-1: Modelo de liderazgo situacional de Hersey y Blanchard. (Díaz, 2018)

Tabla 5-12: Estilos de liderazgos de la Superintendencia de Producción Concentradora

	Estilo primario de Liderazgo (Goleman)	Estilo primario de liderazgo (Situac.)	Nivel de madurez de equipo a liderar	Match Situacional	Calificación FODA
Superintendente	Formativo / Directivo	Coaching / Directive			
Jefe de turno 1	Afiliativo	Supporting	Competencia baja a moderada Compromiso bajo.	No	<u>D</u>

Jefe de turno 2	Formativo	Coaching	Competencia moderada a alta Compromiso variable	No	<u>D</u>
Jefe de turno 4	Directivo	Coaching / Directive	Competencia baja Compromiso alto	Sí: Match con estilo directivo	<u>F</u>
Jefe de turno 3	<i>Pacesetting</i>	Coaching / Directive	Competencia baja a moderada Compromiso bajo	Sí: Match con estilo coaching	<u>F</u>

En síntesis, hay dos turnos en donde no hay un match entre el estilo de liderazgo del jefe de turno con las características de su equipo, y dos en donde sí la hay. De esta manera habrá tanto debilidades como fortalezas en términos de estilo.

5.3.1.6 Capacidades

En la Tabla 5-13 y Tabla 5-14 se evalúan las habilidades requeridas para la ejecución de la PEM, para Supervisores y Operadores:

Tabla 5-13: Evaluación de habilidades requeridas para la ejecución de la puesta en marcha (PEM)-Supervisores.

Habilidades requeridas para la ejecución de la PEM para Supervisores	Nivel	F	D	N	Comentarios
Capacidad de aprendizaje	Suficiente			X	Esto producto de una heterogeneidad, con algunos supervisores con una gran capacidad de aprendizaje y otros de aprendizaje más lento, lo que podría calificarse en términos netos como suficiente.
Entendimiento del proceso de plantas concentradoras	Alta	X			Todos los supervisores tienen un background de operaciones o de metalurgia de plantas concentradoras. Todos tienen una gran capacidad de análisis y un gran conocimiento de los fenómenos químicos y físicos que subyacen al proceso.
Experiencia previa operativa en plantas concentradoras	Suficiente			X	Todos cuentan con experiencia en plantas concentradoras, menos una que viene de un trasfondo de metalurgia en el proyecto, pero que lo compensa con enorme capacidad de aprendizaje.

Habilidades de comunicación efectiva	Suficiente		X	Distintas personalidades en el equipo, algunos más extrovertidos, otros más introvertidos, algunos con mayor y otros con menor atención al detalle, llevan también a un nivel suficiente en términos netos.
Habilidad de planificación, organización y coordinación de tareas.	Suficiente		X	Debido a sus cargos previos, el equipo estaba más acostumbrado a la ejecución de tareas, más que a la planificación de éstas, por lo que se vieron en la necesidad de adaptarse y desarrollar las habilidades necesarias para el proceso de preparación de la PEM, logrando un nivel satisfactorio.
Manejo de situaciones críticas	Heterogéneo		X	La capacidad de manejo de situaciones críticas depende de la experiencia operacional previa, del conocimiento y de rasgos de personalidad. En este aspecto, a diferencia de casos anteriores, el eslabón más débil condiciona la fortaleza del sistema completo. Al ser un equipo heterogéneo, había diferentes niveles en el manejo de situaciones críticas, algunos altos, pero otros bajos, y por lo tanto podían generar un riesgo no despreciable.
Liderazgo y manejo de equipos de trabajo	Suficiente		X	Había una heterogeneidad de estilos de liderazgos distintos, y de diferentes niveles de efectividad, pero en términos netos se puede considerar como suficiente.
Conocimiento experto en cada tipo de maquinaria o equipamiento del proceso productivo	Heterogéneo		X	Dentro del grupo había diferentes miembros del equipo con diferentes niveles de expertise en distintos tipos de equipos y subprocesos, y si esto no se gestiona adecuadamente podría haber casos donde un turno no cuente con la expertise necesaria para enfrentar un

					problema que surja en un determinado momento.
Puesta en marcha de plantas concentradoras	Suficiente			X	2 jefes de turno cuentan con experiencia en puesta en marcha de concentradoras. Este tipo de experiencia previa es bastante escasa, y el hecho de tener 2 puede ser considerado como suficiente.

Tabla 5-14: Evaluación de habilidades requeridas para la ejecución de la puesta en marcha (PEM)- Operadores.

Habilidades requeridas para la ejecución de la PEM de Operadores	Nivel	F	D	N	Comentarios
Capacidad de aprendizaje	Suficiente			X	Esto producto de una heterogeneidad, con algunos operadores con una gran capacidad de aprendizaje y otros de aprendizaje más lento, lo que podría calificarse en términos netos como suficiente.
Entendimiento del proceso de plantas concentradoras	Insuficiente		X		Las condiciones iniciales de entendimiento de base de los procesos son en general débil, explicada por la integración de personal sin experiencia previa en minería.
Experiencia previa operativa en plantas concentradoras	Suficiente			X	Si bien hay algunos operadores identificados como expertos por contar con experiencias previas en la operación de determinados subprocesos, la realidad es que más del 50% de los operadores no cuentan con experiencia previa en concentradoras: <ul style="list-style-type: none"> ○ 43% de los operadores cuenta con experiencia operativa en distintos procesos de concentradora ○ 41% de los operadores no cuenta con experiencia previa en minería.

				16% de los operadores trabajaban en la faena, en otros procesos productivos.
Habilidades de comunicación efectiva	Suficiente		X	Distintas personalidades en el equipo, algunos más extrovertidos, otros más introvertidos, algunos con mayor y otros con menor atención al detalle, llevan también a un nivel suficiente en términos netos.
Habilidad de planificación, organización y coordinación de tareas.	Se considera habilidad no requerida para el rol		X	No aplica
Manejo de situaciones críticas	Heterogénea		X	La capacidad de manejo de situaciones críticas depende de la experiencia operacional previa, del conocimiento y de rasgos de personalidad. En este aspecto, a diferencia de casos anteriores, el eslabón más débil condiciona la fortaleza del sistema completo. Al ser un equipo heterogéneo, hay diferentes niveles en el manejo de situaciones críticas, algunos altos, pero otros bajos, y por lo tanto podían generar un riesgo no despreciable.
Liderazgo y manejo de equipos de trabajo	Se considera habilidad no requerida para el rol			No aplica
Conocimiento experto en cada tipo de maquinaria o equipamiento del proceso productivo	Heterogéneo		X	Dentro del grupo había diferentes miembros del equipo con diferentes niveles de expertise en distintos tipos de equipos y subprocesos, y si esto no se gestiona adecuadamente podría haber casos donde un turno no cuente con la expertise necesaria para enfrentar un problema que surja en un determinado momento.
Puesta en marcha de plantas concentradoras	Baja		X	La proporción de operadores con experiencia previa en

					puestas en marcha no supera el 10%
--	--	--	--	--	------------------------------------

5.3.1.7 Personal

La compañía ha tomado el compromiso de promover ambientes laborales diversos e inclusivos. En línea con lo anterior, el reclutamiento consideró la búsqueda de la paridad de género tanto en supervisores como en operadores, alcanzándose los siguientes indicadores:

- Supervisores
 - o Femenino: 50%
 - o Masculino: 50%
- Operadores:
 - o Femenino: 43%
 - o Masculino: 57%
 - o Empleabilidad de Comunidades Locales: 12%

Tabla 5-15: Análisis Interno de Personal

Personal	F	D	N	Comentarios
Impacto positivo de la diversidad	X			la diversidad en el personal promueve la competitividad de las empresas

5.4 ANÁLISIS FODA

La realización del análisis FODA será en su variante TOWS, pero adaptada para poder incorporar con el estrato de análisis intermedio, de acuerdo con la siguiente matriz:

5.4.1 Intermedio vs Externo

Tabla 5-16: Matrices Tows

Factores Intermedios	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Integración de Comunidades Locales • Políticas de Equidad de Género • Utilización de agua de mar desde desaladora • Tramitación de Permisos • Valores Inclusivos • Cultura de la Seguridad • Sistemas de Soporte • Sistema de Denuncia Anónima • Liderazgo corporativo Inclusivo • Liderazgo Gerencia Producción Formativo • Gerente de Producción con Experiencia PEM • Desarrollo de Carrera 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación e Interinatos en altos cargos directivos • Rotación de Personal • Integración de Comunidades Locales • Nueva tecnología de Flotación • Emisiones de material particulado • Dificultades de Coordinación • Lentitud en toma de decisiones • Lentitud de ejecución • Riesgo de Conflicto y Tensiones entre Áreas • Altos costos Fijos • Liderazgo de Faena Pacesetting • Inexperiencia en CRO

Factores Externos	Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Precios del Cobre • <i>Big Data</i>, Inteligencia Artificial (IA) y Transformación Digital • Instrumentación y control de procesos 	<p style="text-align: center;">Maximizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenciar los sistemas de soporte a través de transformación digital 	<p style="text-align: center;">Maximizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altos precios del cobre permiten holgura ante altos costos fijos. • Se puede aumentar probabilidad de éxito de la Nueva Tecnología de Flotación fortaleciendo la instrumentación y control, así como técnicas de <i>big data</i> e IA. • Se puede suplir la inexperiencia en el CRO a través de utilización de <i>Big Data</i> e IA. • Control de emisiones de material particulado utilizando instrumentación para medir la problemática. • Dificultades de coordinación y lentitud se puede disminuir mediante recursos de transformación digital.
	Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad política • Precio del petróleo • Crisis Económica postpandemia • Nuevos proyectos mineros podrían aumentar rotación de personal • Cuestionamiento social hacia el sector minero • Cambio climático • Permisos 	<p style="text-align: center;">Minimizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Políticas de inclusión de comunidades, de equidad de género, valores inclusivos, uso de agua de mar, y liderazgo corporativo inclusivo ayudan a mitigar cuestionamiento social al sector minero. • Uso de agua de mar ayuda a hacer frente a cambio climático. • Área de permisos de la compañía ayuda a hacer frente a exigencias en esta materia. • El sistema de Desarrollo de Carrera ayuda a mitigar la amenaza de rotación de personal a otros proyectos mineros 	<p style="text-align: center;">Minimizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costos fijos para hacer frente a altos precios del petróleo y a la crisis económica. • Mitigación de emisiones de material particulado para reducir cuestionamiento social

5.4.2 Interno vs Intermedio

Factores Internos	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte alineamiento con valores de la compañía, como sostenibilidad y respeto • Rutinas de coordinación y trabajo con consultores y vendors • Proceso de generación de estándares operacionales, incluyendo procedimientos, inventarios de riesgo, listas de verificación, diagramas de bloqueo • Proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha de equipos, y definición de parámetros de operación durante el comisionamiento. • 2 turnos con match de estilo de liderazgo con su equipo. • Supervisores con buen Entendimiento del proceso de plantas concentradoras. • Impacto positivo de la diversidad del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de adherirse al valor de simplicidad. • Planificación general de la PEM poco transversal e integradora • Falta de rutinas de coordinación y trabajo inter-áreas. • Proceso de capacitación de operadores sin experiencia. • Número de jefes de turno podría ser insuficiente. • 2 turnos sin match de estilo de liderazgo con su equipo. • Heterogeneidad en capacidad de manejo de situaciones críticas tanto de supervisores como operadores. • Heterogeneidad en conocimiento experto de subprocesos y equipos (operadores y supervisores). • Operadores con bajo entendimiento metalúrgico del proceso de plantas concentradoras. • Pocos operadores con experiencia previa en PEM.

Factores Intermedios	Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> • Integración de Comunidades Locales • Políticas de Equidad de Género • Utilización de agua de mar desde desaladora • Tramitación de Permisos • Valores Inclusivos • Cultura de la Seguridad • Sistemas de Soporte • Sistema de Denuncia Anónima • Liderazgo corporativo Inclusivo • Liderazgo Gerencia Producción Formativo • Gerente de Producción con Experiencia PEM 	<p>Maximizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar los valores del área para facilitar la integración de comunidades locales y políticas de equidad de género • Valores del área general alineamiento con valores de la compañía • Cultura de la seguridad favorecerá la adherencia a rutinas de coordinación con consultores y <i>vendors</i>, a generar excelentes estándares operacionales y procedimientos de puesta en marcha y parámetros de operación. • Liderazgo corporativo, y de gerencia de producción fortalecen valores del área. • La experiencia en PEM del gerente de producción y su estilo de liderazgo se utilizará para potenciar las rutinas de trabajo con terceras partes, los estándares operacionales, procedimientos de puesta en marcha y parámetros de operación. • La experiencia PEM del gerente de producción, acoplada a su liderazgo formativo, podría generar sinergia con el alto entendimiento de concentradoras que tienen los supervisores. 	<p>Maximizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • La experiencia en PEM del gerente de producción y su estilo de liderazgo se utilizará para mejorar la Planificación general de la PEM, las rutinas de coordinación y trabajo inter-áreas, y el proceso de capacitación de operadores sin experiencia. • Sistemas de soporte incluyen un modelo de operación de la EM que contribuirá a facilitar las interacciones entre diferentes áreas. • La heterogeneidad en capacidad de manejo de situaciones críticas podría ser mitigada con la cultura de la seguridad y la experiencia en PEM del Gerente de Producción. • La escasa experiencia en PEM de operadores podría en cierta medida contrapesarse con la experiencia del Gerente de Producción en PEM.
-----------------------------	-------------------	--	--	---

	Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación e Interinatos en altos cargos directivos • Rotación de Personal • Integración de Comunidades Locales sin experiencia • Nueva tecnología de Flotación • Emisiones de material particulado • Dificultades de Coordinación • Lentitud en toma de decisiones • Lentitud de ejecución • Riesgo de Conflicto y Tensiones entre Áreas • Altos costos Fijos • Liderazgo de Faena Pacesetting • Inexperiencia en CIO 	<p>Minimizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los valores de sostenibilidad y respeto pueden ayudar a retener el personal del área. • Las rutinas de coordinación y trabajo con terceros, el proceso de generación de estándares operacionales, y el proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha, y definición de parámetros de operación contribuirá a mejorar la inserción de trabajadores sin experiencia, y a suplir la inexperiencia en CRO. • Rutinas de coordinación con vendors pueden ayudar a mitigar el riesgo de utilización de nueva tecnología de flotación. • La generación de estándares operacionales contribuirá a reducir emisiones de material particulado. • Proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha, y definición de parámetros de operación debería ayudar a acelerar la velocidad de toma de decisiones, de ejecución y el riesgo de conflicto entre áreas, ya que aclaran quién hace qué cosa y en qué momento, y algunos procesos de toma de decisiones. • Un equipo de turno bien liderado puede 	<p>Minimizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la capacitación de operadores sin experiencia, para minimizar los riesgos derivados de la integración de comunidades locales. • Minimizando los casos de debilidad en manejo de situaciones críticas, aumentando el entendimiento metalúrgico de operadores, y manejando la heterogeneidad de expertise en subprocesos, podría manejarse de mejor manera potenciales problemas que emanen de la inexperiencia del CRO, y dificultades con la nueva tecnología de flotación.
--	--------------------	---	---	---

			<p>suplir potenciales deficiencias del CRO.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisores con buen entendimiento de concentradoras debería ayudar a superar dificultades con la nueva tecnología de flotación. 	
--	--	--	---	--

5.4.3 Interno vs Externo

Factores Internos	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte alineamiento con valores de la compañía, como sostenibilidad y respeto • Rutinas de coordinación y trabajo con consultores y vendors. • Proceso de generación de estándares operacionales, incluyendo procedimientos, inventarios de riesgo, listas de verificación, diagramas de bloqueo • Proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha de equipos, y definición de parámetros de operación durante el comisionamiento. • 2 turnos con match de estilo de liderazgo con su equipo. • Supervisores con buen Entendimiento del proceso de plantas concentradoras. • Impacto positivo de la diversidad del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de adherirse al valor de simplicidad. • Planificación general de la PEM poco transversal e integradora • Falta de rutinas de coordinación y trabajo inter-áreas. • Proceso de capacitación de operadores sin experiencia. • Número de jefes de turno podría ser insuficiente. • 2 turnos sin match de estilo de liderazgo con su equipo. • Heterogeneidad en capacidad de manejo de situaciones críticas tanto de supervisores como operadores. • Heterogeneidad en conocimiento experto de subprocesos y equipos (operadores y supervisores). • Operadores con bajo entendimiento del proceso de plantas concentradoras. • Pocos operadores con experiencia previa en PEM.

Factores Intermedios	Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Precios del Cobre • Big Data, IA y Transformación Digital • Instrumentación y control de procesos 	<p>Maximizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una buena instrumentación y control de procesos permitirá hacer buen seguimiento y asegurar una buena aplicación de los procedimientos de puesta en marcha, y mejorarlos en el tiempo 	<p>Maximizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buena instrumentación y lógicas de control permite evitar que ocurran situaciones críticas, y responder mejor ante ellas, y suplir potenciales deficiencias en el entendimiento del proceso de los operadores, en el knowhow en subprocesos.
	Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad política • Precio del petróleo • Crisis Económica postpandemia • Nuevos proyectos mineros podrían aumentar rotación de personal • Cuestionamiento social hacia el sector minero • Cambio climático • Permisos 	<p>Minimizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • El buen match de liderazgo en dos turnos podría evitar rotación de personal. • Impacto positivo de la diversidad del equipo puede ayudar a mitigar el cuestionamiento social. 	<p>Minimizar Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se hallaron combinaciones interesantes.

5.4.4 Interno vs Interno

Esta sección no es tradicional, pero en muchos casos se pueden aprovechar fortalezas internas para suplir o combatir en mayor o menor medida debilidades de otra naturaleza.

Factores Internos		
Fortalezas	Debilidades	Comentarios
<ul style="list-style-type: none"> • Fuerte alineamiento con valores de la compañía, como sostenibilidad y respeto • Rutinas de coordinación y trabajo con consultores y vendors • Proceso de generación de estándares operacionales, 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de adherirse al valor de simplicidad. • Planificación general de la PEM poco transversal e integradora • Falta de rutinas de coordinación y trabajo inter-áreas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rutinas de coordinación y trabajo con vendors podría ayudar nivelar la heterogeneidad en manejo de situaciones críticas y de conocimiento de procesos y subprocesos, así como también podría balancear la falta de experiencia PEM de operadores. • El proceso de generación de estándares operacionales debería suplir debilidades en

<p>incluyendo procedimientos, inventarios de riesgo, listas de verificación, diagramas de bloqueo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha de equipos, y definición de parámetros de operación durante el comisionamiento. • 2 turnos con match de estilo de liderazgo con su equipo. • Supervisores con buen Entendimiento del proceso de plantas concentradoras. • Impacto positivo de la diversidad del equipo • 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de capacitación de operadores sin experiencia. • Número de jefes de turno podría ser insuficiente. • 2 turnos sin match de estilo de liderazgo con su equipo. • Heterogeneidad en capacidad de manejo de situaciones críticas tanto de supervisores como operadores. • Heterogeneidad en conocimiento experto de subprocesos y equipos (operadores y supervisores). • Operadores con bajo entendimiento del proceso de plantas concentradoras. • Pocos operadores con experiencia previa en PEM. 	<p>manejo de situaciones críticas y conocimiento de procesos y subprocesos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha ayudaría a mitigar los riesgos que emanan de la falta de experiencia en PEM de operadores. • El buen entendimiento metalúrgico de los supervisores debería compensar la falta de conocimiento de procesos de los operadores. • La diversidad del equipo podría ayudar a manejar de mejor manera situaciones críticas.
--	--	--

5.5 ACCIONES PRINCIPALES DEL PLAN ESTRATÉGICO A PARTIR DE LOS RESULTADOS FODA

A partir del análisis realizado en la sección 5 -análisis a nivel externo, intermedio e interno de la organización- se definieron las acciones indicadas en las tablas Tabla 5-17, Tabla 5-18, Tabla 5-19 y Tabla 5-20. Las acciones establecidas, están relacionadas con el aspecto técnico necesario para una PEM, indicado en la sección 4.3.

Cabe señalar, que las acciones no están detalladas a nivel táctico, ya que excede el alcance del ejercicio planteado en esta tesis.

Tabla 5-17: Acciones propuestas para el plan de gestión de la puesta en marcha de planta concentradora desde análisis Intermedio vs Externo

	Análisis	Acciones Propuestas
Maximizar/Maximizar <ul style="list-style-type: none">• Potenciar los sistemas de soporte a través de transformación digital	Intermedio vs Externo	<ul style="list-style-type: none">• Dado que esto guarda relación con medidas corporativas para hacer frente a situaciones externas, no dependen de la superintendencia de producción concentradora, y no requieren ninguna acción de su parte.

<p>Maximizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altos precios del cobre permiten holgura ante altos costos fijos. • Se puede aumentar probabilidad de éxito de la Nueva Tecnología de Flotación fortaleciendo la instrumentación y control, así como técnicas de big data e IA. • Se puede suplir la inexperiencia en el CRO a través de utilización de Big Data e IA. • Control de emisiones de material particulado utilizando instrumentación para medir la problemática. • Dificultades de coordinación y lentitud se puede disminuir mediante recursos de transformación digital. 	<p>Intermedio vs Externo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir un plan de calibración temprana de instrumentos, para garantizar la fiabilidad de las mediciones y el establecimiento de condiciones operacionales adecuadas en la planta. Definir las prioridades en un equipo integrado entre metalurgia, operaciones y mantenimiento. • Planificar en distintas etapas del <i>ramp up</i> de la planta, análisis de variables operacionales con alguna técnica de analítica avanzada (por ejemplo, <i>big data</i>), que incorpore variables geometalúrgicas (tipo de mineral, leyes, contenido de arcilla, otros contaminantes) y variables de proceso, de modo de ir estableciendo patrones tempranos de operación (“recetas”), que permitan comenzar a maximizar producción bajo distintas condiciones mineralógicas. • Revisión de los compromisos tomados en la resolución de calificación ambiental (RCA) en conjunto con el área de medioambiente y otros <i>stakeholders</i> del área (ejemplo: mantenimiento, área mina, proyecto, etc.). El objetivo será definir planes de acción alineados con estos compromisos y asegurar el comisionamiento adecuado de los sistemas de mitigación de polvo considerados en el proyecto. Adicionalmente verificar la instrumentación/equipos requeridos para realizar mediciones de polvo en las distintas áreas, de manera de efectuar los monitoreos pertinentes. • De modo de facilitar la coordinación entre las gerencias y áreas, para los distintos planes de acción que surjan durante este proceso, se sugiere el uso de herramientas como Poder BI para monitoreo de actividades u otros <i>softwares</i> que permitan sostener un plan único y monitoreo en línea del cumplimiento.
---	------------------------------	---

<p>Minimizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Políticas de inclusión de comunidades, de equidad de género, valores inclusivos, uso de agua de mar, y liderazgo corporativo inclusivo ayudan a mitigar cuestionamiento social al sector minero. • Uso de agua de mar ayuda a hacer frente a cambio climático. • Área de permisos de la compañía ayuda a hacer frente a exigencias en esta materia. • El sistema de Desarrollo de Carrera ayuda a mitigar la amenaza de rotación de personal a otros proyectos mineros 	<p>Intermedio vs Externo</p>	<p>Dado que esto guarda relación con medidas corporativas para hacer frente a situaciones externas, no dependen de la superintendencia de producción concentradora, y no requieren ninguna acción de su parte.</p> <p>La EM tiene varias iniciativas de diversa índole para abordar estos aspectos de forma muy satisfactoria.</p> <p>Dado lo anterior, se considera que este campo cae fuera de los alcances de este trabajo.</p>
<p>Minimizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costos fijos para hacer frente a altos precios del petróleo y a la crisis económica. • Mitigación de emisiones de material particulado para reducir cuestionamiento social 	<p>Intermedio vs Externo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer plan mensual de seguimiento de costos (OPEX) con el área de finanzas, de manera de identificar de manera oportuna desviaciones significativas a los costos de operación planificados y eventuales oportunidades de ahorro. • Para la mitigación de emisiones de material particulado, será fundamental establecer relaciones colaborativas con el resto de las empresas mineras del sector, y enfrentar colaborativamente el control de la polución generada que puede afectar a las comunidades aledañas. Adicionalmente, como se señaló anteriormente, se deberá proceder a la revisión de los compromisos tomados en la resolución de calificación ambiental (RCA) en conjunto con el área de medioambiente y otros <i>stakeholders</i> del área (ejemplo: mantenimiento, área mina, proyecto, etc.). El objetivo será definir planes de acción alineados con estos compromisos y asegurar el comisionamiento adecuado de los sistemas de mitigación de polvo considerados en el proyecto. Adicionalmente verificar la instrumentación/equipos requeridos para realizar mediciones de polvo en las distintas áreas, de manera de efectuar los monitoreos pertinentes.

Tabla 5-18: Acciones propuestas para el plan de gestión de la puesta en marcha de planta concentradora desde análisis Interno vs Intermedio

	Análisis	Acciones Propuestas
--	----------	---------------------

<p>Maximizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar los valores del área para facilitar la integración de comunidades locales y políticas de equidad de género • Valores del área general alineamiento con valores de la compañía • Cultura de la seguridad favorecerá la adherencia a rutinas de coordinación con consultores y <i>vendors</i>, a generar excelentes estándares operacionales y procedimientos de puesta en marcha y parámetros de operación. • Liderazgo corporativo, y de gerencia de producción fortalecen valores del área. • La experiencia en PEM del gerente de producción y su estilo de liderazgo se utilizará para potenciar las rutinas de trabajo con terceras partes, los estándares operacionales, procedimientos de puesta en marcha y parámetros de operación. • La experiencia PEM del gerente de producción, acoplada a su liderazgo formativo, podría generar sinergia con el alto entendimiento de concentradoras que tienen los supervisores. 	<p>Interno vs Intermedio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para poder sostener la diversidad del equipo, se debe incorporar en el plan de entrenamiento del área, capacitaciones permanentes -en coordinación con el equipo de recursos humanos- de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Comportamientos considerados irrespetuosos. ○ Sesgos inconscientes. ○ Uso de la plataforma de denuncia anónima, en caso de ser víctimas de comportamientos irrespetuosos. ○ Valores de la compañía. • Previo a la puesta en marcha y a la elaboración de procedimientos y estándares operacionales, se deberá realizar un mapa de proceso para poder gestionar adecuadamente los riesgos durante la operación y comisionamiento en general. El mapa de proceso consiste en realizar una identificación de todos los riesgos en las distintas áreas y procesos, a partir de la identificación de las tareas operacionales por área. Estos riesgos, deberán ser registrados en un Inventario de Riesgos (ver más detalles en ANEXO AANEXO). Esta tarea se debe planificar con participación de operadores y supervisores. Desde el mapa del proceso, se definirán los procedimientos de operación, puesta en marcha y estándares. Con la participación de operadores en estas tareas, se practica la capacidad de identificación de riesgos y se afianza la cultura de seguridad de la compañía. • Incorporar la participación de distintas figuras de liderazgo de la compañía y del área, en las actividades relativas a capacitaciones en temas de seguridad, en temas valóricos (valores de la compañía, sesgos inconscientes, comportamientos irrespetuosos, etc.), de manera de transmitir adecuadamente la importancia de esos temas y correlacionar con la misión, visión y valores de la compañía. • Incorporar la participación del gerente de producción de la concentradora en la planificación de rutinas de trabajo con <i>stakeholders</i>, de modo de incorporar su experiencia y lecciones aprendidas de procesos de puesta en marcha vividos anteriormente. • Considerar participación del gerente de producción concentradora, en algunas
--	------------------------------	--

		<p>sesiones de revisión de procedimientos, estándares y parámetros operacionales, con el objetivo de obtener su <i>feedback</i> y traspaso de lecciones aprendidas de PEMs de otros proyectos.</p>
--	--	--

<p>Maximizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • La experiencia en PEM del gerente de producción y su estilo de liderazgo se utilizará para mejorar la Planificación general de la PEM, las rutinas de coordinación y trabajo inter-áreas, y el proceso de capacitación de operadores sin experiencia. • Sistemas de soporte incluyen un modelo de operación de la EM que contribuirá a facilitar las interacciones entre diferentes áreas. • La heterogeneidad en capacidad de manejo de situaciones críticas podría ser mitigada con la cultura de la seguridad y la experiencia en PEM del Gerente de Producción. • La escasa experiencia en PEM de operadores podría en cierta medida contrapesarse con la experiencia del Gerente de Producción en PEM. 	<p>Interno vs Intermedio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de plan de preparación del comisionamiento y <i>ramp up</i>, tomando la experiencia de los miembros del equipo con experiencia en comisionamiento (como Gerente de Planta, por ejemplo). Se sugiere considerar manuales de puesta en marcha de la propia compañía minera y de otras compañías de clase mundial, para incorporar aprendizajes de otros proyectos. Adicionalmente, además de la planificación propia de la Superintendencia de Producción Concentradora, se sugiere realizar un plan (liderado por el gerente general), a nivel de la operación que albergará la planta. Es fundamental incorporar a otras áreas operativas (como mantenimiento, mina, etcétera) y áreas funcionales que soportarán la operación (<i>supply chain, marketing, contratos, recursos humanos</i>, entre otros de manera de asegurar que se cumplan hitos en los principales <i>stakeholders</i>, que permitirán habilitar adecuadamente la operación de la nueva planta concentradora. • Incorporar el modelo operativo en definiciones que se tomen en la planificación de la PEM, de manera de poder generar rutinas definidas y sistemáticas, tanto sesiones de trabajo como de seguimiento de cumplimiento del plan. • A partir del plan de entrenamiento originalmente definido para operadores- el cual incorporaba cursos de metalurgia del proceso de flotación, cursos con <i>vendors</i> de equipo, seguridad, operación de equipos móviles-, se incorporaron recomendaciones del gerente de producción, tales como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Pasantía de operadores a otros procesos (área hidrometalurgia) para practicar elaboración y uso de herramientas de seguridad en terreno (permisos de trabajo, elaboración de evaluaciones de riesgos, entre otros); práctica de desarrollo de <i>check list</i> de verificación de equipos y áreas; experienciar dinámicas de trabajo en un turno. ○ Pasantía de operadores sin experiencia a otras plantas concentradoras. • Además del plan de entrenamiento, incorporar <i>role plays</i> entre operadores y centro de control remoto, para la simulación de puesta en marcha de planta, simulación de diferentes escenarios y situaciones complejas
---	------------------------------	--

		<p>-con distintos niveles de dificultad- de modo de forzar la capacidad de resolución de problemas entre ambas áreas. Parte del objetivo, es también poder cuantificar los tiempos de llegada a distintas zonas de la planta a partir de los problemas que se les solicita resolver (por ejemplo, tiempos de llegada a válvulas, equipos clave, etc.).</p> <ul style="list-style-type: none">• Incorporar en el plan de entrenamiento de especialistas del centro remoto de operaciones, simulación -mediante el uso de softwares- de diversas condiciones en la planta, de modo de entrenar la capacidad de manejo de posibles situaciones críticas.• Para poder mitigar la poca experiencia en PEM, dentro del plan de puesta en marcha considerar:<ul style="list-style-type: none">○ Elaboración de procedimientos de puesta en marcha de subprocesos y planta en general, con una evaluación formal.○ Aplicación de los procedimientos de puesta en marcha en <i>role plays</i>.
--	--	---

<p>Minimizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los valores de sostenibilidad y respeto pueden ayudar a retener el personal del área. • Las rutinas de coordinación y trabajo con terceros, el proceso de generación de estándares operacionales, y el proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha, y definición de parámetros de operación contribuirá a mejorar la inserción de trabajadores sin experiencia, y a suplir la inexperiencia en CRO. • Rutinas de coordinación con <i>vendors</i> pueden ayudar a mitigar el riesgo de utilización de nueva tecnología de flotación. • La generación de estándares operacionales contribuirá a reducir emisiones de material particulado. • Proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha, y definición de parámetros de operación debería ayudar a acelerar la velocidad de toma de decisiones, de ejecución y el riesgo de conflicto entre áreas, ya que aclaran quién hace qué cosa y en qué momento, y algunos procesos de toma de decisiones. • Un equipo de turno bien liderado puede suplir potenciales deficiencias del CRO. • Supervisores con buen entendimiento de concentradoras debería ayudar a superar 	<p>Interno vs Intermedio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las acciones sugeridas anteriormente, respecto a incorporar capacitaciones permanentes de comportamientos irrespetuosos, sesgos inconscientes, valores de la compañía, etc. -junto con un adecuado liderazgo- deberían promover ambientes de trabajo adecuados para el desarrollo del equipo y evitar así rotación de personal causada por ambientes de trabajo no sanos. • Incorporar en el plan de preparación de inventario de riesgos, procedimientos operacionales, procedimientos de puesta en marcha, etc., la participación de todos los operadores, dando foco a la participación y aprendizaje de los operadores sin experiencia previa en plantas concentradoras. Adicionalmente, incorporar en el plan rutinas de trabajo con el CRO, de manera de generar procedimientos y estándares que hagan sentido en ambas áreas y que permitan suplir en parte la falta de experiencia. • Respecto a la nueva tecnología de flotación, se debe planificar asistencia en terreno durante comisionamiento, y <i>ramp up</i> del <i>vendor</i>, además de las capacitaciones teóricas para operadores y supervisores que deberán considerarse en el plan (lideradas por <i>vendor</i>). Se sugiere considerar como parte de la asistencia, al menos un Ingeniero de Control e Ingeniero de Procesos. • A medida que se generen estándares operacionales que definan -por ejemplo- listas de verificación de áreas, estándares de <i>housekeeping</i>, entre otros, se deberá dar énfasis explícito en estas herramientas a las condiciones que amenacen la seguridad de las personas y que impacten al medioambiente (por ejemplo: chutes con fuga de material, verificación de guarderas que puedan generar emisión de material particulado, chequeo del adecuado funcionamiento de los sistemas de supresión de material particulado, entre otras). • Incorporar en el plan de generación de procedimientos, flujogramas de comunicación y también la elaboración de una matriz RACI (matriz que define Responsable-Aprobador-Consultado-Informado) para dar claridad de los roles y responsabilidades de los involucrados en la operación ante situaciones complejas o de conflicto. • Adicionalmente, para poder agilizar la toma de decisiones, incorporar en el plan de elaboración de procedimientos y estándares,
---	------------------------------	---

<p>dificultades con la nueva tecnología de flotación.</p>		<p>matrices de Problema-Causa-Efecto-Solución para los equipos principales de la planta (ver ejemplo en ANEXO B), de manera de que pueda servir como guía para operadores y personal de CRO con menor experiencia, ante situaciones complejas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En particular en aquellas áreas en dónde se utilizarán equipos nuevos (sin historia previa en la minería en Chile y pocos antecedentes internacionales), se sugiere programar visita a al menos 1 operación en el mundo que tenga en operación la nueva tecnología (considerar algunos supervisores y operadores avezados). Resultará fundamental para incorporar algunas lecciones aprendidas y prácticas valiosas para preparar la puesta en marcha de equipos “novedosos”.
<p>Minimizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la capacitación de operadores sin experiencia, para minimizar los riesgos derivados de la integración de personas de comunidades locales sin experiencia. • Minimizando los casos de debilidad en manejo de situaciones críticas, aumentando el entendimiento metalúrgico de operadores, y manejando la heterogeneidad de <i>expertise</i> en subprocesos, podría manejarse de mejor manera potenciales problemas que emanen de la inexperiencia del CRO, y dificultades con la nueva tecnología de flotación. 	<p>Interno vs Intermedio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Además de la capacitación de operadores, la cual originalmente incorporaba cursos de metalurgia de todos los subprocesos, cursos con <i>vendors</i> de equipo, seguridad, operación de equipos móviles, entre otros, se incorporó dentro del trabajo previo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Elaboración de todos los procedimientos operacionales ○ Elaboración de procedimiento de puesta en marcha de equipos y subprocesos, en conjunto con el equipo de CRO y soporte de supervisores de operaciones y CRO.

Tabla 5-19: Acciones propuestas para el plan de gestión de la puesta en marcha de planta concentradora desde análisis Interno vs Externo

	Análisis	Acciones Propuestas
--	----------	---------------------

<p>Maximizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una buena instrumentación y control de procesos permitirá hacer buen seguimiento y asegurar una buena aplicación de los procedimientos de puesta en marcha, y mejorarlos en el tiempo 	<p>Interno vs Externo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir un plan de calibración temprana de instrumentos, para garantizar la fiabilidad de las mediciones y el establecimiento de condiciones operacionales adecuadas en la planta. Definir las prioridades en un equipo integrado entre metalurgia, operaciones y mantenimiento. • Definir plan de sintonización temprana de sistemas de control de equipos y subprocesos principales, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sistema de Control Molino SAG: Uso de “semilla” de molino SAG de similares características (tamaño y potencia) para lógica de control difusa. ○ Sistema de control experto de flotación. ○ Sistemas de control experto de espesadores de relaves. ○ Sistemas de control experto de espesadores de concentrado. • Revisar otros sistemas de control requeridos para subprocesos o equipos, que no hayan sido considerados en el proyecto original, y considerar un plan para desarrollarlos.
<p>Maximizar/Minimizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buena instrumentación y lógicas de control permite evitar que ocurran situaciones críticas, y responder mejor ante ellas, y suplir potenciales deficiencias en el entendimiento del proceso de los operadores, en el <i>know how</i> en subprocesos. 	<p>Interno vs Externo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Además de ser válido para este punto las acciones mencionadas anteriormente, resultará fundamental incorporar en el plan de puesta en marcha, la verificación de los lazos de control más importantes para la seguridad de las personas y equipos. Si bien es un aspecto que, en este proyecto en particular, fue considerado por el EPC, será fundamental hacer algunas verificaciones adicionales. A modo de ejemplo es posible mencionar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Funcionamiento de <i>pullcords</i> de correas transportadoras. ○ Detención de correa alimentadora del molino SAG, ante detención de este equipo. ○ Detención de bomba de impulsión ciclones luego de un tiempo X (a determinar por la operación), una vez ocurrida la detención de un molino de bolas. ○ Otros que la operación defina como críticos.

<p>Minimizar/Maximizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • El buen match de liderazgo en dos turnos podría evitar rotación de personal. • Impacto positivo de la diversidad del equipo puede ayudar a mitigar el cuestionamiento social. 	<p>Interno vs Externo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir un plan de capacitación para supervisores, que considere el entrenamiento respecto a estilos de liderazgo y la aplicación de liderazgo situacional, de acuerdo con los requerimientos de los operadores a su cargo. Esta acción será fundamental para poder evitar rotación de personal por liderazgos inadecuados. • El plan de la compañía de aumentar la dotación femenina y la participación de las comunidades en la fuerza laboral ha tenido un impacto positivo en la opinión pública. En línea con eso, se deberá establecer un plan para mantener y mejorar las cifras alcanzadas, en conjunto con el área de recursos humanos (y adicional al programa de desarrollo de carrera y evaluación de operadores), considerando, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Programas de operadores <i>trainee</i> desde etapas tempranas del <i>ramp up</i>, enfocado en comunidades e inclusión femenina.
---	---------------------------	---

Tabla 5-20: Acciones propuestas para el plan de gestión de la puesta en marcha de planta concentradora desde análisis Interno vs Externo

	Análisis	Acciones Propuestas
<ul style="list-style-type: none"> • Rutinas de coordinación y trabajo con <i>vendors</i> podría ayudar nivelar la heterogeneidad en manejo de situaciones críticas y de conocimiento de procesos y subprocesos, así como también podría balancear la falta de experiencia PEM de operadores. • El proceso de generación de estándares operacionales debería suplir debilidades en manejo de situaciones críticas y conocimiento de procesos y subprocesos. • El proceso de generación de procedimientos de puesta en marcha ayudaría a mitigar los riesgos que emanan de la 	<p>Interno vs Externo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de la planificación, considerar además de los cursos teóricos de <i>vendors</i>, suficientes horas en terreno para asistencia durante el comisionamiento y -en algunos casos- parte del <i>ramp up</i>, sobre todo considerando los casos en que se trate de tecnologías nuevas. • Como se mencionó en la Tabla 5-18, dentro del plan de trabajo con operadores, previo a la puesta en marcha se debe incorporar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Elaboración de todos los procedimientos operacionales. ○ Elaboración de procedimiento de puesta en marcha de equipos y subprocesos, en conjunto con el equipo de CRO y soporte de supervisores de operaciones y CRO. ○ Generación de estándares operacionales, en términos de: definición de rangos de variables operacionales; definición de estándar “paso a paso” para tareas

<p>falta de experiencia en PEM de operadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El buen entendimiento metalúrgico de los supervisores debería compensar la falta de conocimiento de procesos de los operadores. • La diversidad del equipo podría ayudar a manejar de mejor manera situaciones críticas. 		<p>críticas; estándares deseados para mantención de <i>housekeeping</i> de áreas, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • De manera de poder aprovechar el entendimiento metalúrgico de supervisores, se deben equilibrar los turnos, de acuerdo a los distintos tipos <i>expertise</i>, tanto del jefe de turno como de los operadores con más años de experiencia. Por ejemplo, si el jefe de turno tiene mayor experiencia en flotación, posicionarlo en un turno con algún operador con mayor experiencia en el área de molienda. • Si bien la composición global del equipo de operaciones es bastante equilibrada respecto a género, se deben considerar variados aspectos para definir la composición de cada uno de los turnos y sacar provecho de la diversidad del área: <ul style="list-style-type: none"> ○ Experiencia en concentradora. ○ Desempeño durante el proceso de capacitación. ○ Diversidad de género ○ <i>Expertise</i> y estilo de liderazgo del jefe de turno.
---	--	---

5.6 PLAN ESTRATÉGICO PROPUESTO

El plan estratégico propuesto, establece como misión de la Superintendencia de Producción durante la PEM: “Llevar a cabo una puesta en marcha de la planta concentradora que permita cumplir con las metas de producción, en los tiempos esperados, sin sobrecostos, de forma segura y sostenible”. Para cumplir con esta misión se establecieron los siguientes objetivos generales:

1. Tener una puesta en marcha sin incidentes para las personas ni para el medioambiente.
2. Lograr concluir la puesta en marcha en el periodo y según los costos establecidos en el caso de negocio evaluado por la compañía minera
3. Alcanzar los niveles de producción considerados en el caso de negocio
4. Considerar durante el proceso de planificación y ejecución de la puesta en marcha los desafíos sociales que enfrenta la industria minera
5. Gestionar adecuadamente el liderazgo durante la puesta en marcha

A partir de esos objetivos y del análisis realizado en la sección 5 -análisis a nivel externo, intermedio e interno de la organización- las acciones derivadas se agruparon de acuerdo con el objetivo que más afectaban. Cabe señalar que hay múltiples acciones cuya ejecución promoverá el cumplimiento de más de un objetivo (por ejemplo, todas las acciones relacionadas a capacitación de operadores, elaboración de procedimientos y protocolos, etc., si bien apalancan el objetivo de “Alcanzar los niveles de producción considerados en el caso de negocio”, sin lugar a duda permitirán también apalancar el

objetivo de “Tener una puesta en marcha sin incidentes para las personas ni para el medioambiente”). Sin embargo, para efectos metodológicos se localizaron solamente bajo 1 de ellos, como es posible visualizar en la Tabla 5-21.

Tabla 5-21: Plan Estratégico de la Superintendencia de Producción Concentradora durante el proceso de Puesta en Marcha de la planta.

Misión	Llevar a cabo una puesta en marcha de la planta concentradora que permita cumplir con las metas de producción, en los tiempos esperados, sin sobrecostos, de forma segura y sostenible.				
Objetivos	Tener una puesta en marcha sin incidentes para las personas ni para el medioambiente	Lograr concluir la puesta en marcha en el periodo y según los costos establecidos en el caso de negocio evaluado por la compañía minera	Alcanzar los niveles de producción considerados en el caso de negocio	Considerar durante el proceso de planificación y ejecución de la puesta en marcha los desafíos sociales que enfrenta la industria minera	Gestionar adecuadamente el liderazgo durante la puesta en marcha
Acciones (desde el análisis de las secciones anteriores)	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los compromisos tomados en la resolución de calificación ambiental (RCA) en conjunto con el área de medioambiente y otros <i>stakeholders</i> del área (ejemplo: mantenimiento, área mina, proyecto, etc.). El objetivo será definir planes de acción alineados con estos compromisos y asegurar el comisionamiento adecuado de los sistemas de mitigación de polvo considerados en el proyecto. Adicionalmente verificar la instrumentación/equipos requeridos para realizar mediciones de polvo en las distintas áreas, de manera de efectuar los monitoreos pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer plan mensual de seguimiento de costos (OPEX) con el área de finanzas, de manera de identificar de manera oportuna desviaciones significativas a los costos de operación planificados y eventuales oportunidades de ahorro. 	<ul style="list-style-type: none"> Definir un plan de calibración temprana de instrumentos, para garantizar la fiabilidad de las mediciones y el establecimiento de condiciones operacionales adecuadas en la planta. Definir las prioridades en un equipo integrado entre metalurgia, operaciones y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> El plan de la compañía de aumentar la dotación femenina y la participación de las comunidades en la fuerza laboral ha tenido un impacto positivo en la opinión pública. En línea con eso, se deberá establecer un plan para mantener y mejorar las cifras alcanzadas, en conjunto con el área de recursos humanos (y adicional al programa de desarrollo de carrera y evaluación de operadores), considerando, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> Programas de operadores trainee desde etapas tempranas del ramp up, enfocado en comunidades e inclusión femenina. 	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar la participación de distintas figuras de liderazgo de la compañía y del área, en las actividades relativas a capacitaciones en temas de seguridad, en temas valóricos (valores de la compañía, sesgos inconscientes, comportamientos irrespetuosos, etc.), de manera de transmitir adecuadamente la importancia de esos temas y correlacionar con la misión, visión y valores de la compañía.

<ul style="list-style-type: none"> • Para la mitigación de emisiones de material particulado, será fundamental establecer relaciones colaborativas con el resto de las empresas mineras del sector, y enfrentar colaborativamente el control de la polución generada que puede afectar a las comunidades aledañas. Adicionalmente, como se señaló anteriormente, se deberá proceder a la revisión de los compromisos tomados en la resolución de calificación ambiental (RCA) en conjunto con el área de medioambiente y otros <i>stakeholders</i> del área (ejemplo: mantenimiento, área mina, proyecto, etc.). El objetivo será definir planes de acción alineados con estos compromisos y asegurar el comisionamiento adecuado de los sistemas de mitigación de polvo considerados en el proyecto. Adicionalmente verificar la instrumentación/equipos requeridos para realizar mediciones de polvo en las distintas áreas, de manera de efectuar los monitoreos pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el modelo operativo en definiciones que se tomen en la planificación de la PEM, de manera de poder generar rutinas definidas y sistemáticas, tanto sesiones de trabajo como de seguimiento de cumplimiento del plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir plan de sintonización temprana de sistemas de control de equipos y subprocesos principales, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de Control Molino SAG: Uso de “semilla” de molino SAG de similares características (tamaño y potencia) para lógica de control difusa. - Sistema de control experto de flotación. - Sistemas de control experto de espesadores de relaves. - Sistemas de control experto de espesadores de concentrado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para poder sostener la diversidad del equipo, se debe incorporar en el plan de entrenamiento del área, capacitaciones permanentes -en coordinación con el equipo de recursos humanos- de: <ul style="list-style-type: none"> - Comportamientos considerados irrespetuosos. - Sesgos inconscientes. - Uso de la plataforma de denuncia anónima, en caso de ser víctimas de comportamientos irrespetuosos. - Valores de la compañía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir un plan de capacitación para supervisores, que considere el entrenamiento respecto a estilos de liderazgo y la aplicación de liderazgo situacional, de acuerdo con los requerimientos de los operadores a su cargo. Esta acción será fundamental para poder evitar rotación de personal por liderazgos inadecuados.
---	---	---	---	---

<ul style="list-style-type: none"> • A medida que se generen estándares operacionales que definan -por ejemplo- listas de verificación de áreas, estándares de <i>housekeeping</i>, entre otros, se deberá dar énfasis explícito en estas herramientas a las condiciones que amenacen la seguridad de las personas y que impacten al medioambiente (por ejemplo: chutes con fuga de material, verificación de guarderas que puedan generar emisión de material particulado, chequeo del adecuado funcionamiento de los sistemas de supresión de material particulado, entre otras). 		<ul style="list-style-type: none"> • Revisar otros sistemas de control requeridos para subprocesos o equipos, que no hayan sido considerados en el proyecto original, y considerar un plan para desarrollarlos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las acciones sugeridas anteriormente, respecto a incorporar capacitaciones permanentes de comportamientos irrespetuosos, sesgos inconscientes, valores de la compañía, etc. -junto con un adecuado liderazgo- deberían promover ambientes de trabajo adecuados para el desarrollo del equipo y evitar así rotación de personal causada por ambientes de trabajo no sanos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar en el plan de generación de procedimientos, flujogramas de comunicación y también la elaboración de una matriz RACI (matriz que define Responsable-Aprobador-Consultado-Informado) para dar claridad de los roles y responsabilidades de los involucrados en la operación ante situaciones complejas o de conflicto.
<ul style="list-style-type: none"> • Previo a la puesta en marcha y a la elaboración de procedimientos y estándares operacionales, se deberá realizar un mapa de proceso para poder gestionar adecuadamente los riesgos durante la operación y comisionamiento en general. El mapa de proceso consiste en realizar una identificación de todos los riesgos en las 		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar en distintas etapas del <i>ramp up</i> de la planta, análisis de variables operacionales con alguna técnica de analítica avanzada (por ejemplo, <i>big data</i>), que incorpore variables geometalúrgicas (tipo de mineral, leyes, contenido de arcilla, otros contaminantes) y variables de proceso, de modo de ir estableciendo patrones tempranos de operación ("recetas"), que permitan comenzar 		

<p>distintas áreas y procesos, a partir de la identificación de las tareas operacionales por área. Estos riesgos, deberán ser registrados en un Inventario de Riesgos (ver más detalles en ANEXO A). Esta tarea se debe planificar con participación de operadores y supervisores. Desde el mapa del proceso, se definirán los procedimientos de operación, puesta en marcha y estándares. Con la participación de operadores en estas tareas, se practica la capacidad de identificación de riesgos y se afianza la cultura de seguridad de la compañía.</p>		<p>a maximizar producción bajo distintas condiciones mineralógicas.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> Además de ser válido para este punto las acciones mencionadas anteriormente, resultará fundamental incorporar en el plan de puesta en marcha, la verificación de los lazos de control más importantes para la seguridad de las personas y equipos. Si bien es un aspecto que, en este proyecto en particular, fue considerado por el EPC, será fundamental hacer algunas verificaciones adicionales. A modo de 		<ul style="list-style-type: none"> De modo de facilitar la coordinación entre las gerencias y áreas, para los distintos planes de acción que surjan durante este proceso, se sugiere el uso de herramientas como Power BI para monitoreo de actividades u otros <i>softwares</i> que permitan sostener un plan único y monitoreo en línea del cumplimiento. 		

<p>ejemplo es posible mencionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Funcionamiento de pullcords de correas transportadoras. - Detención de correa alimentadora del molino SAG, ante detención de este equipo. - Detención de bomba de impulsión ciclones luego de un tiempo X (a determinar por la operación), una vez ocurrida la detención de un molino de bolas. - Otros que la operación defina como críticos. 				
		<ul style="list-style-type: none"> • Respecto a la nueva tecnología de flotación, se debe planificar asistencia en terreno durante comisionamiento, y <i>ramp up</i> del <i>vendor</i>, además de las capacitaciones teóricas para operadores y supervisores que deberán considerarse en el plan (lideradas por <i>vendor</i>). Se sugiere considerar como parte de la asistencia, al menos un Ingeniero de Control e Ingeniero de Procesos. 		

		<ul style="list-style-type: none"> En particular en aquellas áreas en donde se utilizarán equipos nuevos (sin historia previa en la minería en Chile y pocos antecedentes internacionales), se sugiere programar visita a al menos 1 operación en el mundo que tenga en operación la nueva tecnología (considerar algunos supervisores y operadores avezados). Resultará fundamental para incorporar algunas lecciones aprendidas y prácticas valiosas para preparar la puesta en marcha de equipos "novedosos". 		
		<ul style="list-style-type: none"> Incorporar la participación del gerente de producción de la concentradora en la planificación de rutinas de trabajo con <i>stakeholders</i>, de modo de incorporar su experiencia y lecciones aprendidas de procesos de puesta en marcha vividos anteriormente. 		
		<ul style="list-style-type: none"> Considerar participación del gerente de producción concentradora, en algunas sesiones de revisión de procedimientos, estándares y 		

		<p>parámetros operacionales, con el objetivo de obtener su <i>feedback</i> y traspaso de lecciones aprendidas de PEMs de otros proyectos.</p>		
		<ul style="list-style-type: none"> Realización de plan de preparación del comisionamiento y <i>ramp up</i>, tomando la experiencia de los miembros del equipo con experiencia en comisionamiento (como Gerente de Planta, por ejemplo). Se sugiere considerar manuales de puesta en marcha de la propia compañía minera y de otras compañías de clase mundial, para incorporar aprendizajes de otros proyectos. Adicionalmente, además de la planificación propia de la Superintendencia de Producción Concentradora, se sugiere realizar un plan (liderado por el gerente general), a nivel de la operación que albergará la planta. Es fundamental incorporar a otras áreas operativas (como mantenimiento, mina, etcétera) y áreas funcionales que soportarán la operación (<i>supply chain, marketing</i>, contratos, recursos humanos, entre otros de manera de asegurar que se 		

		<p>cumplan hitos en los principales <i>stakeholders</i>, que permitirán habilitar adecuadamente la operación de la nueva planta concentradora.</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> • A partir del plan de entrenamiento originalmente definido para operadores- el cual incorporaba cursos de metalurgia del proceso de flotación, cursos con <i>vendors</i> de equipo, seguridad, operación de equipos móviles-, se incorporaron recomendaciones del gerente de producción, tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Pasantía de operadores a otros procesos (área hidrometalurgia) para practicar elaboración y uso de herramientas de seguridad en terreno (permisos de trabajo, elaboración de evaluaciones de riesgos, entre otros); práctica de desarrollo de check list de verificación de equipos y áreas; experimentar dinámicas de trabajo en un turno. 	

		<ul style="list-style-type: none"> - Pasantía de operadores sin experiencia a otras plantas concentradoras. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Además del plan de entrenamiento, incorporar <i>role plays</i> entre operadores y centro de control remoto, para la simulación de puesta en marcha de planta, simulación de diferentes escenarios y situaciones complejas - con distintos niveles de dificultad- de modo de forzar la capacidad de resolución de problemas entre ambas áreas. Parte del objetivo, es también poder cuantificar los tiempos de llegada a distintas zonas de la planta a partir de los problemas que se les solicita resolver (por ejemplo, tiempos de llegada a válvulas, equipos clave, etc.). 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar en el plan de entrenamiento de especialistas del centro remoto de operaciones, simulación -mediante el uso de softwares- de diversas condiciones en la planta, de modo de entrenar la capacidad de manejo de posibles situaciones críticas. 		

		<ul style="list-style-type: none"> • Para poder mitigar la poca experiencia en PEM, dentro del plan de puesta en marcha considerar: <ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de procedimientos de puesta en marcha de subprocesos y planta en general, con una evaluación formal. - Aplicación de los procedimientos de puesta en marcha en <i>role plays</i>. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar en el plan de preparación de inventario de riesgos, procedimientos operacionales, procedimientos de puesta en marcha, etc., la participación de todos los operadores, dando foco a la participación y aprendizaje de los operadores sin experiencia previa en plantas concentradoras. Adicionalmente, incorporar en el plan rutinas de trabajo con el CRO, de manera de generar procedimientos y estándares que hagan sentido en ambas áreas y que permitan suplir en parta la falta de experiencia. 		

		<ul style="list-style-type: none"> • Además de la capacitación de operadores, la cual originalmente incorporaba cursos de metalurgia de todos los subprocesos, cursos con <i>vendors</i> de equipo, seguridad, operación de equipos móviles, entre otros, se incorporó dentro del trabajo previo: <ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de todos los procedimientos operacionales - Elaboración de procedimiento de puesta en marcha de equipos y subprocesos, en conjunto con el equipo de CRO y soporte de supervisores de operaciones y CRO. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de la planificación, considerar además de los cursos teóricos de <i>vendors</i>, suficientes horas en terreno para asistencia durante el comisionamiento y -en algunos casos- parte del <i>ramp up</i>, sobre todo considerando los casos en que se trate de tecnologías nuevas. 		

		<ul style="list-style-type: none"> • Como se mencionó en secciones anteriores, dentro del plan de trabajo con operadores, previo a la puesta en marcha se debe incorporar: <ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de todos los procedimientos operacionales. - Elaboración de procedimiento de puesta en marcha de equipos y subprocesos, en conjunto con el equipo de CRO y soporte de supervisores de operaciones y CRO. - Generación de estándares operacionales, en términos de: definición de rangos de variables operacionales; definición de estándar "paso a paso" para tareas críticas; estándares deseados para <i>housekeeping</i> de áreas, etc. 		
		<ul style="list-style-type: none"> • De manera de poder aprovechar el entendimiento metalúrgico de supervisores, se deben equilibrar los turnos, de acuerdo a los distintos 		

		<p>tipos <i>expertise</i>, tanto del jefe de turno como de los operadores con más años de experiencia. Por ejemplo, si el jefe de turno tiene mayor experiencia en flotación, posicionarlo en un turno con algún operador con mayor experiencia en el área de molienda.</p>		
		<ul style="list-style-type: none"> • Si bien la composición global del equipo de operaciones es bastante equilibrada respecto a género, se deben considerar variados aspectos para definir la composición de cada uno de los turnos y sacar provecho de la diversidad del área y transferencia de conocimientos entre operadores más experimentados y operadores sin experiencia: <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia en concentradora. - Desempeño durante el proceso de capacitación. - Diversidad de género - <i>Expertise</i> y estilo de liderazgo del jefe de turno. 		

		<ul style="list-style-type: none">• Adicionalmente, para poder agilizar la toma de decisiones, incorporar en el plan de elaboración de procedimientos y estándares, matrices de Problema-Causa-Efecto-Solución para los equipos principales de la planta (ver ejemplo en ANEXO B), de manera de que pueda servir como guía para operadores y personal de CRO con menor experiencia, ante situaciones complejas.	
--	--	---	--

6 CONCLUSIÓN

Mediante la aplicación de la metodología propuesta en la presente tesis, se llevó a cabo un plan de gestión para la puesta en marcha de una planta concentradora genérica, utilizando las mejores prácticas identificadas por varios autores, y utilizando *frameworks* de gestión estratégica para sistematizar el análisis. Esta metodología permitió establecer un curso de acción de la Superintendencia de Producción Concentradora -sin embargo, puede ser aplicada a cualquier organización- diagnosticar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, que se pueden dar en diferentes áreas de la industria minera. En este caso, demostrativamente, se llevan a la práctica aplicados a un equipo de trabajo en particular dentro de una empresa minera, en el marco de un proceso de puesta en marcha.

Si bien la bibliografía de gestión estratégica y planificación estratégica sugiere la realización de un análisis sistemático interno/externo respecto de una organización, en este caso particular, fue necesario introducir una variante, al incorporar un análisis de un estrato intermedio, donde el análisis interno se llevó a cabo para el área en particular de Superintendencia de Producción Concentradora; el análisis intermedio, para la empresa minera en su conjunto; y el análisis externo, para el entorno de la empresa minera. De este modo, fue posible enfocar las acciones del área en aquellos aspectos que la empresa minera no tenía del todo abordados desde sus políticas y procesos de nivel corporativo.

En la práctica, estas características y situaciones son propias de cada organización y sus circunstancias, por tanto, no se deben generalizar los hallazgos en este ejercicio ni las acciones propuestas, ya que éstas variarán según cada compañía y/o grupo humano. El valor de este ejercicio es la aplicación de una metodología sistemática de análisis estratégico y técnico para preparar una puesta en marcha.

Establecer la misión de la Superintendencia de Producción Concentradora en el plan estratégico, permitió desglosarla en objetivos claros, bajo las cuales se ordenaron las acciones derivadas del análisis mediante la utilización de las herramientas PESTEL, McKinsey 7S y finalmente FODA. Estas acciones permitieron potenciar lo positivo, y manejar los aspectos negativos. De este modo, la gran mayoría de las amenazas y debilidades del ejemplo se lograron en gran medida manejar o contrapesar, en especial, las relacionadas con la heterogeneidad en conocimiento experto en el equipo de operaciones, heterogeneidad en la capacidad de manejo de situaciones críticas y en el entendimiento metalúrgico del proceso.

Pese a todas las acciones propuestas, se vislumbra que la incorporación de una nueva tecnología de flotación en la planta podría de todas maneras presentar un nivel de riesgo superior, por lo que se requerirá una atención particular del equipo de la superintendencia sobre ellos, y -eventualmente- podría requerirse algún tipo de apoyo o intervención desde otras áreas de la EM.

Como se indica en la sección 3.5, el éxito en la incorporación de una nueva tecnología dependerá también en cómo se hizo el pilotaje, los criterios de diseño, complejidad de los diagramas de flujo, etc., lo cual se encuentra fuera del alcance de las acciones que puede abordar la Superintendencia de Producción Concentradora.

Para los aspectos relativos al aprovechamiento de la cultura de seguridad del equipo y la compañía, como el aprovechamiento adecuado de la instrumentación y sistemas de control de la planta, fue posible generar acciones que se espera puedan potenciar de forma significativa algo que ya era muy positivo, lo que podría mejorar considerablemente la performance de la PEM.

Es importante resaltar que la planificación estratégica es un proceso que requiere reevaluación continua, no un proceso único, el cual debe adaptarse a las oportunidades y amenazas imprevistas. Con el fin de asegurar que se está siguiendo el curso de acción correcto durante el proceso previo a la puesta en marcha, se sugiere que se repita el análisis, a medida que se identifiquen perturbaciones en la organización o nuevas oportunidades.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, F., 1967. *Scanning the Business Environment*. 1 ed. New York: Macmillan.
- Amabile, T. y otros, 1996. Assessing the Work Environment for Creativity. *The Academy of Management Journal*, 39(5), pp. 1154-1184.
- Ansoff, H. & Stewart, R., 1967. The Evolution of Corporate Planning. *Long Range Planning Service Reports*, Issue 329.
- Bernard, T., 2022. *The Importance Of Diversity And Inclusion For Today's Companies*. [En línea] Available at: <https://www.forbes.com/sites/forbescommunicationscouncil/2022/03/03/the-importance-of-diversity-and-inclusion-for-todays-companies/?sh=1b6a44a449df> [Último acceso: 20 November 2022].
- Bourke, J. & Titus, A., 2020. The Key to Inclusive Leadership. *Harvard Business Review*, Issue March.
- Bryan, L., 2008. *Enduring Ideas: the 7S Framework*. McKinsey & Company.. [En línea] Available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/enduring-ideas-the-7-s-framework#> [Último acceso: 10 08 2021].
- Cagno, E., Caron, F. & Mancini, M., 2002. Risk analysis in plant commissioning: the Multilevel Hazop. *Reliability Engineering and System Safety*, Volumen 77, p. 309–323.
- Channon, D. & Caldart, A., 2015. McKinsey 7S model. En: *Wiley Encyclopedia of Management*. 3 Ed. ed. Online: Wiley, p. Online.
- COCHILCO, 2020. *COCHILCO-Ministerio de Minería*. [En línea] Available at: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Bases%20de%20Datos/Precio-de-los-Metales.aspx> [Último acceso: 28 Diciembre 2022].
- COCHILCO, 2022. *Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales*, Santiago de Chile: COCHILCO.
- Concepción, C., 2007. *La planificación estratégica como herramienta*, La Habana: SCIELO.
- Cote, C., 2020. *Harvard Business School On Line*, Boston: Harvard Business School.
- Díaz, O., 2018. Avances en liderazgo: el modelo situacional. En: C. Gaona Pisonero, ed. *Temáticas emergentes en innovación universitaria*. Madrid: Tecnos, pp. 117 - 131.
- Epetimehin, F. & Ekundayo, O., 2011. Organisational knowledge management: survival strategy for Nigeria insurance industry. *nterdisciplinary Review of Economics and Management*, 1(2), pp. 9-15.
- Gao, T., Chai, Y. & Liu, Y., 2018. A review of knowledge management about theoretical conception and designing approaches. *International Journal of Crowd Science*, 2(1), pp. 42-51.

Gleeson, D., 2019. *McKinsey presents 'mega project' blowouts and how to avoid them at PDAC*. [En línea]
Available at: <https://im-mining.com/2019/03/06/mckinsey-presents-mega-project-blowouts-avoid-pdac/>
[Último acceso: 12 Diciembre 2022].

Goleman, D., Boyatzis, R. & McKee, A., 2002. *The New Leaders*. 1 ed. Boston: Harvard Business School Press.

Gonzalez, A., 2022. *Minería Verde, compromisos y desafíos de la minería chilena*, Santiago: s.n.

Gonzalez, R. & Martins, M., 2017. Knowledge Management Process: a theoretical-conceptual research. *Gestão & Produção*, 24(2), pp. 248-265..

Grant, R., 2013. The Development of Knowledge Management in the Oil and Gas Industry. *Universia Business Review*, Issue 40, pp. 92-125.

Grinyer, P., Al-Bazazz, S. & Yasai-Ardekani, M., 1986. Towards a contingency theory of corporate planning: Findings in 48 UK companies. *Strategic Management Journal*, Volumen Jan-Feb, pp. 3-28.

Hersey, P., Blanchard, K. & Natemeyer, W., 1979. Situational Leadership, Perception, and the Impact of Power. *Group & Organization Management*, 4(4), pp. 418 - 428.

Hubert, S., 1996. Tacit knowledge: the key to the strategic aliment of intellectual capital. *Strategy and Leadership*, 24(2), pp. 10-16..

Investing, 2022. *Investing- Precios del Petróleo Crudo*. [En línea]
Available at: <https://es.investing.com/commodities/crude-oil>
[Último acceso: 28 Diciembre 2022].

Kakabadse, N., Kakabadse, A. & Kouzmin, A., 2003. Reviewing the Knowledge management: towards a taxonomy. *Journal of Knowledge Management*, 7(4), pp. 75-91.

Kay, J., 1993. The Structure of Strategy. *Business Strategy Review*, 4(2), pp. 17-37.

Khan, M. y otros, 2015. The Styles of Leadership: A Critical Review. *Public Policy and Administration Research*, 5(3), pp. 87-92.

Kogut, B. & Zander, U., 1992. Knowledge of the firm, combinative capabilities and the replication of technology. *Organization Studies*, Volumen 3, pp. 383-397.
LEY N° 16.624 (1967).

Mannan, S., 2012. Chapter 19 - Plant Commissioning and Inspection. En: S. Mannan, ed. *Lees' Loss Prevention in the Process Industries (Fourth Edition)*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, pp. 1761-1809.

McNulty, T., 1998. Developing Innovative Technology: Its development and commercialization. En: M. Kuhn, ed. *Managing Innovation in the Minerals Industry*. Littleton, CO: Society for Mining Metallurgy, pp. 1-14.

McNulty, T., 2004. Minimization of Delays in Plant Startups. En: Dowling, E. & Marsden, J., edits. *Improving and Optimizing Operations: Plant Operators' Forum 2004*. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., pp. 113 - 120.

McNulty, T., 2014. *Plant Ramp Up Profiles- an update with emphasis on process development*. Tucson, AZ, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum.

Mills, R., 2022. *Copper mines becoming more capital-intensive and costly to run*. [En línea]

Available at: <https://aheadoftheherd.com/copper-mines-becoming-more-capital-intensive-and-costly-to-run/>
[Último acceso: 20 07 2022].

Minería Chilena, 2022. *Minería Chilena- Los Beneficios y Avances de la Inteligencia Artificial en la Minería..* [En línea]

Available at: <https://www.mch.cl/2022/05/18/los-beneficios-y-avances-de-la-inteligencia-artificial-en-la-mineria/>
[Último acceso: 28 Diciembre 2022].

Minsky, L. & Aron, D., 2021. Are You Doing the SWOT Analysis Backwards?. *Harvard Business review*, Issue February.

Mullerbeck, E., 2015. *Swot and Pestel, Understanding your external and internal context for better planning and decision-making*. [En línea]

Available at: https://www.unicef.org/knowledge-exchange/files/SWOT_and_PESTEL_production.pdf
[Último acceso: 05 08 2021].

Nonaka, I., 1994. A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), pp. 14-37..

O'Connor, J., Choi, J. & Winkler, M., 2016. Critical Success Factors for Commissioning and Start-Up of Capital Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, Volumen 142, pp. 04016060-1 – 04016060-11..

Oxford College of Marketing, 2016. *What is a PESTEL analysis?*. [En línea]

Available at: <https://blog.oxfordcollegeofmarketing.com/2016/06/30/pestel-analysis/>
[Último acceso: 23 07 2021].

Piercy, N. & Giles, W., 1989. Making SWOT Analysis Work. *Marketing Intelligence & Planning*, 7(5), p. 5 – 7.

Polanyi, M., 1967. *The tacit dimension*. London: Routledge & Kegan Paul Ltd..

Prescott, P., 1981. Changes in leadership style: Tactical leadership in action. *Industrial and Commercial Training*, 13(7), pp. 238-241.

Sammut-Bonnici, T. & Galea, D., 2015. PEST Analysis. En: *Wiley Encyclopedia of Management*. 3 Ed. ed. Online: Wiley, p. Online.

Schultz-Carrasco-Benítez Abogados, 2021. *Regulación Ambiental-Minería Chilena: Perspectivas Actuales y Análisis Comparado*, Santiago: Consejo Minero.

Sernageomin, 2020. *Anuario de la Minería de Chile*, Santiago: Sernageomin.

Soltani, Z. & Navimipour, N., 2016. Customer relationship management mechanisms: a systematic review of the state of the art literature and recommendations for future research. *Computers in Human Behavior*, Volumen 61, pp. 667-688..

Steiner, G., 1980. Strategy, distinctive competence, and organisational performance. *American Science Quarterly*, Volumen 25, pp. 317-336.

Tsoukas, H., 1996. The firm as a distributed knowledge system: a constructionist approach. *Strategic Management Journal*, Volumen 17, pp. 11-25..

Universidad de Chile, 2021. *"Minería y Cambio Climático": Informe U. de Chile propone ruta de transformación para una minería más limpia*, Santiago: s.n.

Waterman, R., Peters, T. & Phillips, J., 1980. Structure is not organization. *Business Horizons*, 23(3), pp. 14-26.

Wehrich, H., 1982. The TOWS Matrix - A Tool for Situational Analysis. *Long Range Planning*, 15(2), pp. 54 - 66..

Yang, Y., Can, W. 2010. Management and Practice of CPR1000 Nuclear Power Plants Commissioning and Startup. Proceedings of the 18th International Conference on Nuclear Engineering, Xi'an, China.

ANEXO A

GESTIÓN DE RIESGOS DE SALUD Y SEGURIDAD DEL PROYECTO

La estrategia establecida para la gestión de riesgos de salud y seguridad del proyecto se definió de acuerdo con los estándares de seguridad establecidos por la compañía minera, teniendo como objetivo cero incidentes con daño a las personas.

Capacitaciones de herramientas de seguridad básicas

Los operadores fueron capacitados de acuerdo con un plan de capacitación general existente en la compañía minera para todas las personas que se incorporan a la compañía, lo cual incluye:

- 1- Aspectos Generales de la Gestión de Riesgos de Seguridad
- 2- Manejo de Sustancias Químicas
- 3- Manejo de Residuos
- 4- Programa de Liderazgo en Terreno
- 5- Trabajo en Altura
- 6- Trabajo en Espacios Confinados

Mapa de proceso e inventarios de riesgos

Para poder gestionar adecuadamente los riesgos durante la operación y comisionamiento en general, es fundamental realizar un mapa de proceso con las tareas que serán ejecutadas por el equipo. Posteriormente, se procede a realizar una identificación de todos los Peligros en las distintas áreas y procesos, los que deberán ser registrados en un Inventario de Riesgos Críticos.

Como se mencionó anteriormente, para cada proceso de la planta de deben identificar las tareas relacionadas que tendrán los operadores (mapa de proceso). A modo de ejemplo, en la Figura 0-1 se visualiza parte del mapa de proceso de la planta concentradora (WP2), desde los alimentadores (*feeders*) de *stockpile* a batería de hidrociclones y, para plasmar de mejor manera el ejercicio, en la Tabla 0-1 se indican las actividades identificadas para *feeders* y molinos SAG.

Esta metodología deberá repetirse para todos los subprocesos del WP2, desde los *feeders* hasta el despacho de concentrado de cobre.

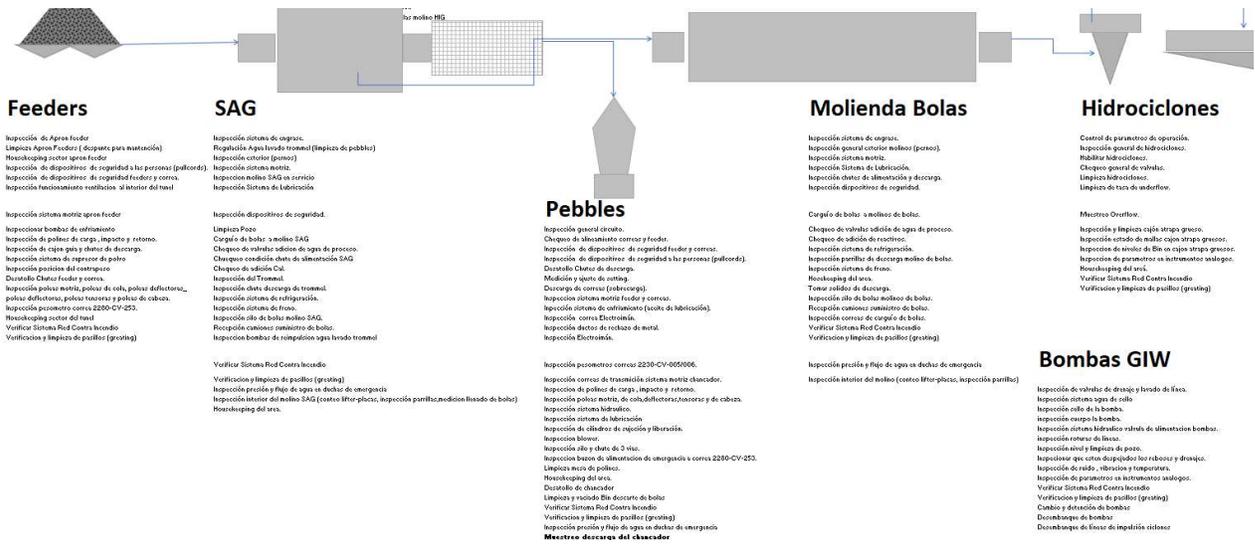


Figura 0-1: Mapa de proceso para la etapa de conminución: Identificación de actividades de operadores asociadas a equipos principales.

Tabla 0-1: Actividades Identificadas asociadas a Feeders y Molino SAG (Actividades de Operadores)

Equipos	Actividades Asociadas
FEEDERS	Inspección de <i>Apron feeder</i>
	Limpieza <i>Apron Feeders</i> (despunte para mantenimiento)
	<i>Housekeeping</i> sector <i>apron feeders</i>
	Inspección de dispositivos de seguridad a las personas (<i>pullcords</i>).
	Inspección de dispositivos de seguridad <i>feeders</i> y correa.
	Inspección funcionamiento ventilación al interior del túnel
	Inspección sistema motriz <i>apron feeder</i>
	Inspeccionar bombas de enfriamiento
	Inspección de polines de carga, impacto y retorno.
	Inspección de cajón guía y chutes de descarga.
	Inspección sistema de supresor de polvo
	Inspección posición del contrapeso
	Desatollo Chutes <i>feeder</i> y correa.
	Inspección poleas motriz, poleas de cola, poleas deflectoras
	poleas deflectoras, poleas tensoras y poleas de cabeza.
	Inspección pesómetro correa 2280-CV-253.
<i>Housekeeping</i> sector del túnel	
Verificar Sistema Red Contra Incendio	
Verificación y limpieza de pasillos (<i>grating</i>)	

MOLINO SAG	Inspección sistema de engrase.
	Regulación Agua lavado <i>trommel</i> (limpieza de <i>pebbles</i>)
	Inspección exterior (pernos)
	Inspección sistema motriz.
	Inspección molino SAG en servicio
	Inspección Sistema de Lubricación
	Inspección dispositivos de seguridad.
	Limpieza Pozo
	Carguío de bolas a molino SAG
	Chequeo de válvulas adición de agua de proceso.
	Chuequeo condición chute de alimentación SAG
	Chequeo de adición Cal.
	Inspección del <i>Trommel</i> .
	Inspección chute descarga de <i>trommel</i> .
	Inspección sistema de refrigeración.
	Inspección sistema de freno.
	Inspección silo de bolas molino SAG.
	Recepción camiones suministro de bolas.
	Inspección de bombas de reimpulsión de agua lavado <i>trommel</i>
	Verificar Sistema Red Contra Incendio
	Verificación y limpieza de pasillos (<i>grating</i>)
Inspección presión y flujo de agua en duchas de emergencia	
Inspección interior del molino SAG (conteo lifter-placas, inspección parrillas, medición llenada de bolas)	
<i>Housekeeping</i> del área.	

Una vez realizado el mapa de proceso con todas las tareas a ejecutar por parte del personal de la SI de Producción Concentradora, se procede a realizar una identificación de todos los Peligros en las distintas áreas y procesos de la empresa, los que deberán ser registrados en el Inventario de Riesgos Críticos (Mutual de Seguridad ACH, 2009). Una vez identificados los peligros, se procede a evaluarlos para determinar su magnitud, en función de su probabilidad de ocurrencia por la(s) Consecuencia(s). La magnitud del Riesgo (MR) se determinará de acuerdo con la siguiente relación:

$$MR = Probabilidad \cdot Consecuencia$$

De acuerdo con lo establecido por BHP, la evaluación de la magnitud de un riesgo se realiza de acuerdo con lo indicado en Tabla de Probabilidad del Riesgo (Tabla 0-2) y en la Tabla de Severidad (Tabla 0-3).

Tabla 0-2: Tabla de Probabilidad del Riesgo

Incertidumbre	Frecuencia	Factor de Probabilidad
<i>Highly Likely</i>	Probable de ocurrir dentro de un periodo de 1 año.	3
<i>Likely</i>	Probable de ocurrir dentro de un periodo de 1 -5 años.	1
<i>Probable</i>	Probable de ocurrir dentro de un periodo de 5-20 años.	0.3
<i>Unlikely</i>	Probable de ocurrir dentro de un periodo de 20-50 años.	0.1
<i>Highly Unlikely</i>	No es probable que ocurra dentro de un período de 50 años.	0.03

La determinación de la “consecuencia”, establecida por la EM en la tabla de severidad (ver Tabla 0-3). Aquellos riesgos que posean un nivel de severidad mayor o igual a 4, se considera como Riesgo Material (1 o más fatalidades).

Tabla 0-3: Tabla de Severidad para la mayor pérdida previsible, según lo establecido en la evaluación de riesgos de la compañía minera.

Nivel de Severidad	Descriptor	Factor de Severidad
5	6 or more fatalities or 6 or more life shortening illnesses; or Severe impacts to the environment and where recovery of ecosystem function takes 10 years or more; or Severe impact on community lasting more than 12 months or a substantiated human rights violation impacting 6 or more people; or Severe impact on company reputation, investment attractiveness, legal rights or compliance, social value proposition or ability to access opportunities at a global level; or US\$2 billion or more ² .	1000

4	<p>1-5 fatalities or 1-5 life shortening illnesses; or Serious impacts to the environment, where recovery of ecosystem function takes between 3 and up to 10 years; or Serious impact on community lasting 6-12 months or a substantiated human rights violation impacting 1-5 persons; or Serious impact on company reputation, investment attractiveness, legal rights or compliance, social value proposition or ability to access opportunities at a national level; or Between US\$250 million and up to US\$2 billion².</p>	300
3	<p>Permanent disability; or life altering injury or illness to one or more persons; or Substantial impacts to the environment, where recovery of ecosystem function takes between 1 and up to 3 years; or Substantial impact on community lasting 2-6 months; or Substantial impact on company reputation, legal rights or compliance, social value proposition, or ability to access opportunities at a sub national level (state, territory, province); or Between US\$50M and up to US\$250 million².</p>	100
2	<p>Non-life threatening/ non-life altering injuries or illnesses to one or more persons that results in lost-time, restricted work, or medical treatment; or Measureable but limited impacts to the environment, where recovery of ecosystem function takes less than 1 year; or Measureable but limited community impacts lasting less than one month; or Measureable but limited impact on company reputation, legal rights or compliance, or social value proposition at a local level (region, city, town); or Between US\$2 million and up to US\$50 million².</p>	30
1	<p>First Aid / Low-level short term subjective symptoms or inconvenience to one or more persons; or Minor, temporary impacts to the environment, where the ecosystem recovers with little intervention; or Minor, temporary community impacts that recovers with little intervention; or Minor, temporary impact on company reputation, legal rights or compliance, or social value proposition; or Less than US\$2 million².</p>	10

Bajo esta metodología, todas las tareas de cada subproceso de la planta concentradora y los Riesgos Críticos asociados a éstas, se analizarán para definir las medidas para su control, lo que deberá ser registrado en el Inventario de Riesgos. A lo menos una vez al

año o cada vez que ocurra un cambio relevante, se deberá realizar una nueva identificación de Peligros / Evaluación de riesgos (Mutual de Seguridad ACH, 2009).

Elaboración de procedimientos

De acuerdo con lo indicado por el SERNAGEOMIN en la Normativa de Seguridad Minera (2004), todos los trabajos que se realicen en una fundición deberán contar con un procedimiento secuencial del desarrollo de las tareas, cuyos contenidos deberán ser ampliamente difundidos al personal que trabaja en estas actividades.

A partir del mapa de proceso y las tareas identificadas, éstas se agruparon en actividades que dieron origen a los procedimientos por área.

Tabla 0-4: Procedimientos determinados por área del WP2.

Área	Total
Molienda	52
Flotación Colectiva	24
Flotación Selectiva	28
Espesadores	24
Filtros	6
Cal y Floculante	29
Reactivos Flotación Colectiva	15
Reactivos Flotación Selectiva	13
Total	191

Cada uno de los procedimientos debe cumplir los requerimientos de la compañía minera, en donde se identifican:

1. Objetivo
2. Alcance
3. Seguridad (Riesgos No Materiales, Riesgos Materiales, Medio Ambiente, Elementos de Protección Personal, Personal Requerido, Equipos-Herramientas-Insumos)
4. Referencias (documentos utilizados para elaborar el procedimiento)
5. Responsabilidades
6. Descripción de la Tarea
7. Definiciones
8. Registros
9. Bitácoras de Modificaciones/Revisiones

ANEXO B

EJEMPLO MATRIZ PROBLEMA-CAUSA-EFECTO-SOLUCIÓN/CONTROL

Problema	Causa	Efecto	Solución/Control
Rociadores del sistema de supresión de polvo en el área de descarga de los alimentadores hacia correa de alimentación de molino SAGc, se encuentran sin funcionar	<ol style="list-style-type: none">1. Presión de aire de planta baja2. Presión de agua fresca baja3. Boquillas obstruidas	<ol style="list-style-type: none">1. Polvo en suspensión en el túnel donde se encuentran las descargas de los alimentadores (Área potencial de riesgo de enfermedad profesional)	<ol style="list-style-type: none">1. Verificar que las presiones del aire de planta y del agua fresca sean apropiadas.2. Limpiar las boquillas para remover obstrucciones y funcionen correctamente <p>Notas:</p> <p>Detener los equipos y solicitar autorización para realizar la tarea. Contactar al área de mantenimiento de ser requerido.</p> <p>Usar permanentemente EPP definido para esa área.</p>