



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

DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE GESTIÓN ESTRATÉGICAS PARA EL CONTROL  
DE LA OPERACIÓN DE FUTURAS MINAS BASES DE ENAMI.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS

MIGUEL ALEJANDRO MORENO CARROZA

PROFESOR GUÍA:

LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

JACQUES CLERC PARADA

MARCELO TRUJILLO VARGAS

SANTIAGO DE CHILE

2019

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE:** Magister en gestión y dirección de empresas.

**POR:** Miguel Moreno Carroza

**FECHA:** 2019

**PROFESOR GUÍA:** Luis Zaviezo Schwartzman

## **DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE GESTIÓN ESTRATÉGICAS PARA EL CONTROL DE LA OPERACIÓN DE FUTURAS MINAS BASES DE ENAMI.**

La única experiencia que tiene ENAMI en explotación de minas es la faena Panulcillo, operación que se analiza en este estudio, para incorporar las lecciones aprendidas en los futuros contratos de explotación que la empresa requiere generar para tener un abastecimiento de sus planteles metalúrgicos.

Para explotar su mina ENAMI ha recurrido a la externalización integral de la operación de la faena, dejando en manos del contratista la totalidad de los procesos estratégicos del negocio, quedando reducido su rol a supervisar los aspectos tácticos del contrato.

El análisis de situación histórico de la mina revela desviaciones relevantes respecto a los objetivos del proyecto minero. Así, se evidencia que, si bien se ha cumplido con el abastecimiento de planta, existe una desviación de un -24% en la ley de cobre, un -22% en los finos alimentados a planta, y un -41% en los metros de desarrollo de la mina, lo cual generó que ENAMI dejara de percibir 32 MUS\$. Por su parte, el operador minero capitalizó los beneficios de reducir sus compromisos de ejecución de labores mineras y sondajes, obteniendo un ahorro de 13 MUS\$. En definitiva, por desalineación de intereses, se produjo un resultado ganar-perder en favor del contratista.

En el análisis estratégico realizado de la explotación se lograron identificar las variables que favorecieron las desviaciones respecto a los conductores del negocio. En primer término, se determina, que el contexto que facilitó estos resultados fue el escaso involucramiento de ENAMI en el control y aseguramiento de la calidad de las actividades estratégicas del contrato, vinculadas a la definición de los recursos y reservas. Junto con ello, se establece que contribuyeron: la débil estructura organizacional, la incapacidad de establecer un trabajo colaborativo, y el ineficiente manejo de las solicitudes de cambio.

Para los principales factores identificados se contemplan medidas globales que ayuden a revertir esta situación. Una propuesta considerada para abordar transversalmente las debilidades detectadas es el fortalecimiento organizacional de la unidad a cargo de la supervisión, respecto a la cual se sugiere integrar un staff de profesionales que aporten a los procesos de ingeniería, y control del contrato. Para el correcto funcionamiento de esta estructura e interacciones entre las partes, se definen roles y responsabilidades, espacios de comunicación, traspaso de información y trabajo conjunto del comité técnico.

La evaluación económica de estas propuestas, aplicada particularmente para el caso de mina base El Salado, si bien trae como consecuencia un aumento de los costos de la empresa de 1 US\$/t, el beneficio marginal de evitar las desviaciones contribuye con 5.3 US\$/t, lo cual implica un beneficio total de MMUS\$ 6 en la vida del proyecto.

## **DEDICATORIA**

A mi hijo por darme la fuerza para enfrentar este complejo cierre de proceso de estudios universitarios y a mi pareja por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Nacional de Minería por darme la oportunidad de educarme en la casa de estudios más prestigiosa del país.

A los profesionales de la Unidad de Desarrollo Minero por su motivación y ganas de revertir los resultados de la empresa.

A mi profesor guía por darme la oportunidad de redefinir el tema de AFE y apoyarme en esa etapa compleja.

A los Profesores del magister en dirección y administración de empresas mineras, por impulsar el desarrollo de una mirada holística del negocio minero.

A mis compañeros por enriquecer desde sus distintas trayectorias y empresas las discusiones respecto a los desafíos de la industria minera.

Al personal administrativo del MBA por su diligencia en generar las condiciones propicias para el desarrollo del curso.

A los profesionales destacados de la industria que contribuyen a que este MBA sea posible.

A la Universidad de Chile por la calidad de formación recibida.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivo específico .....	2
<b>2. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....</b>	<b>7</b>
3.1.1. Estudio de abastecimiento .....	8
3.1.2. Decisiones estratégicas de la compañía.....	10
3.1.3. Oportunidades de mejora.....	11
<b>4. ANTECEDENTES .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. ANTECEDENTES MINA BASE PLANTA DELTA.....</b>	<b>12</b>
4.1.1. Mina Panulcillo .....	12
4.1.2. Descripción del proyecto de explotación original .....	13
4.1.3. Descripción Global contrato operación. ....	14
4.1.4. Estructura del Control del contrato ENAMI .....	16
4.1.5. Resultado de la Operación.....	18
<b>5. ANÁLISIS DE SITUACIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. ANÁLISIS DE GLOBAL MODALIDAD CONTRACTUAL. ....</b>	<b>20</b>
<b>5.2. ANÁLISIS DE BRECHAS ESTRATÉGICAS.....</b>	<b>21</b>
5.2.1. Tonelaje de mineral, ley de alimentación y finos enviados a planta. ....	22
5.2.2. Preparación y Desarrollos.....	24
5.2.3. Actividades Geológicas.....	25
<b>5.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CONTRATO.....</b>	<b>26</b>
5.3.1. Escenario 1.....	27
5.3.2. Escenario 2.....	27
<b>5.4. ANÁLISIS DE TARIFA DE PAGO .....</b>	<b>28</b>
5.4.1. Tarifa y desarrollos.....	29
<b>5.5. ANÁLISIS DEL EQUIPO A CARGO DE CONTROL DEL CONTRATO.....</b>	<b>30</b>
<b>5.6. CONCLUSIONES DEL MODELO DE NEGOCIO PANULCILLO.....</b>	<b>31</b>
<b>6. ESTUDIO ESTRATÉGICO DE LA OPERACIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>6.1. ANÁLISIS FODA DINÁMICO. ....</b>	<b>32</b>
<b>6.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FODA DINÁMICO.....</b>	<b>33</b>
6.2.1. Fortalezas .....	33
6.2.2. Debilidades.....	35
6.2.3. Vías de solución.....	38

<b>7. DEFINICIÓN DE MEDIDAS DE GESTIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>7.1. MODELO DE GESTIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>7.2. PROPUESTA DE ENFOQUE CONTRACTUAL RELACIONAL .....</b>	<b>42</b>
<b>7.3. CONTROLES Y SEGUIMIENTOS DEL MANDANTE .....</b>	<b>43</b>
7.3.1. Control técnico-operacional.....	44
7.3.2. Control administrativo.....	50
7.3.3. Control del negocio.....	51
<b>7.4. FACULTADES DEL MANDANTE. ....</b>	<b>52</b>
<b>8. HABILITADORES PARA LA GESTIÓN .....</b>	<b>54</b>
<b>8.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL REQUERIDA. ....</b>	<b>54</b>
<b>8.2. REUNIONES DE COORDINACIÓN COMITÉ TÉCNICO.....</b>	<b>56</b>
8.2.1. Proceso de captura de la información geológica-geotécnica. ....	58
8.2.2. Proceso modelamiento geológico y estimación de recursos. ....	58
8.2.3. Proceso diseño y planificación minera. ....	59
8.2.4. Proceso de Operación de la mina .....	59
<b>8.3. ACCESO A LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>59</b>
8.3.1. Información geológica-geotécnica.....	60
8.3.2. Diseño y Planificación minera. ....	61
8.3.3. Información Operacional. ....	61
8.3.4. Seguridad y medio ambiente.....	61
<b>8.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA. ....</b>	<b>61</b>
<b>9. DISCUSIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO DE EXPLOTACIÓN DE MINAS .....</b>	<b>64</b>
<b>9.1. MODELO POR SERIE DE PRECIO .....</b>	<b>65</b>
9.1.1. Consideraciones Modelo por serie de Precios.....	66
9.1.2. Responsabilidades del mandante y operador minero.....	67
<b>10. CONCLUSION. ....</b>	<b>69</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>71</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Brecha de producción entre promesa de valor y operación de la mina. ....	22
Tabla 2. Brecha de preparación y desarrollo entre proyecto y operación. ....	24
Tabla 3. Costos Unitarios desarrollo Horizontal. ....	25
Tabla 4. Desarrollo valorización proyecto original. ....	27
Tabla 5. Desarrollo valorización realidad operativa. ....	27
Tabla 6. Variación del margen por disminuciones marginales de la ley. ....	28
Tabla 7. Diferencia entre enfoque transaccional y relacional. ....	43
Tabla 8. Costo incremental de estructura de control propuesta. ....	62
Tabla 9. Perdidas no incurridas. ....	62
Tabla 10. Principales modelos de operación de una mina ....	64
Tabla 11. Matriz de evaluación modelos. ....	64
Tabla 12. Costeo modelo por serie de precio. ....	65
Tabla 13. Requerimientos de Staff modelo por serie de precio. ....	65

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Diagrama de flujo metodología de trabajo.....	4
Figura 2. Instalaciones Empresa Nacional de Minería. ....	7
Figura 3. Plantas Propias Empresa Nacional de Minería. ....	8
Figura 4. Instalaciones principales Mina Panulcillo. ....	12
Figura 5. Organigrama de control del contrato. ....	16
Figura 6. Actividades principales operación de una mina. ....	21
Figura 7. Diseño original del proyecto contrastado con realidad operativa. ....	23
Figura 8. Esquema FODA dinámico.....	33
Figura 9. Fortalezas contrato explotación. ....	34
Figura 10. Debilidades contrato de explotación.....	36
Figura 11. Vías de solución de las debilidades. ....	38
Figura 12. Modelo de gestión del contrato. ....	41
Figura 13. Sistema de gestión de la calidad del contrato de operación. ....	41
Figura 14. Habilitadores para la mejora continua. ....	43
Figura 15. Proceso de control del contrato.....	43
Figura 16. Conciliación de tonelajes extraídos de la mina. ....	44
Figura 17. Equipo de monitoreo topográfico CMS.....	45
Figura 18. Variables para estimación de dilución operativa. ....	45
Figura 19. Variables para el control de los desarrollos.....	46
Figura 20. Diagrama de gestión de seguridad y Medio Ambiente. ....	48
Figura 21. Ciclo de mejoras operacionales. ....	49
Figura 22. Estructura para implementación tiempos mina. ....	50
Figura 23. Variables recomendadas a incorporar en la tarifa del operador. ....	52
Figura 24. Estructura organizacional del contrato. ....	55
Figura 25. Proceso de captura de la información.....	57
Figura 26. Proceso geología y Estimación de recursos. ....	57
Figura 27. Proceso de Planificación y diseño minero.....	57
Figura 28. Proceso operación de la mina.....	58
Figura 29. Acceso a información.....	60
Gráfico 1. Abastecimiento Planta Línea Óxidos. ....	9
Gráfico 2. Abastecimiento Plantas Línea Sulfuros. ....	9
Gráfico 3. Abastecimiento Planta Delta. ....	10
Gráfico 4. Disminución de costos por mayor abastecimiento en Planta El Salado.....	11
Gráfico 5. Plan Minero Proyecto Original. ....	13
Gráfico 6. Programa de Desarrollo y producción proyecto Original.....	14
Gráfico 7. Producción Real Mina Panulcillo.....	18
Gráfico 8. Preparaciones y Desarrollos ejecutados en la operación de la mina.....	19

## 1. INTRODUCCIÓN

Para abordar la problemática del abastecimiento de minerales a sus planteles metalúrgicos ENAMI ha decidido transitar hacia la explotación de sus yacimientos mediante terceros que tengan experiencia en mediana minería.

Este enfoque le permite conseguir dos objetivos: abastecer sus plantas metalúrgicas y generar renta a partir del negocio minero. Ambos casos contribuyen a una disminución de las pérdidas operacionales de la empresa, lo cual robustece el modelo de fomento de la pequeña y mediana minería. Esto por cuanto, se logra utilizar la capacidad subutilizada de los equipos, impactando en el costo fijo unitario de la planta.

Esta línea de desarrollo de minas bases, se ha considerado oportuna, por cuanto le permite a la empresa una flexibilidad operativa frente a los aumentos y disminuciones del abastecimiento de los pequeños y medianos mineros, quienes son muy sensibles a los cambios de los precios. La capacidad financiera, técnica, y legal que tiene ENAMI le permite ser más competitiva y afrontar de mejor manera estos riesgos, lo cual facilita una correcta planificación del abastecimiento de las plantas y de la producción de la empresa a partir del desarrollo de las minas bases.

ENAMI para afrontar el desafío de abastecimiento mediante la explotación de minas bases, ha acudido a la subcontratación de operadores mineros que le aporten la experiencia que la empresa adolece en minería. Así, ENAMI con la tercerización de la producción, puede acceder a la experiencia de explotadores mineros de mediana escala, que cuentan con el conocimiento, tecnología, profesionales, para el buen desarrollo del negocio minero.

Ahora bien, la explotación de yacimientos mediante un contrato con un tercero trae consigo una serie de desafíos, tanto en la etapa de generación de la oportunidad de negocio, como en la concreción de la promesa de valor. Estos son de carácter organizacional, técnico y administrativos, los cuales deben quedar muy claramente concebidos para desarrollar con éxito el abastecimiento de las plantas y una explotación deseada de la mina.

La experiencia de la explotación de la mina Panulcillo mediante un tercero se constituye como la base de conocimiento de ENAMI, motivo por el cual se analizará sus potencialidades y oportunidades de mejora, para a partir de ellos, construir un modelo de negocio mejorado de los futuros contratos de explotación contemplados en el desarrollo del plan estratégico de la empresa, vinculado al abastecimiento de las plantas. Con estas lecciones aprendidas, surgirán los requisitos para la implementación de un método de control efectivo de las distintas operaciones que se pretenden desarrollar en el futuro, especialmente, la mina base de planta El Salado.

Dado este contexto, en el documento se analizan los requerimientos de control recomendables para desarrollar una explotación que se oriente a los intereses de ENAMI, los cuales pudieran verse contrapuestos a los del operador si no se establecen las condiciones oportunas para un buen control técnico-administrativo.

## DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Este estudio busca determinar los principales problemas asociados al control de la externalización integral de la operación de las faenas mineras estratégicas que proyecta tener la Empresa Nacional de Minería, para abastecer gran parte de la capacidad de procesamiento de los planteles metalúrgicos a los cuales están relacionados.

Se utilizará como experiencia el contrato de operación de la Mina Panulcillo, encargada de alimentar la Planta Delta en un 83% de su capacidad. El contrato de operación se encuentra vigente desde 2008 y, en este plazo no se han ejercido todas las alternativas de control pertinentes para el éxito del negocio, debido a diferentes factores que serán analizados en este estudio.

Luego de conocer los factores claves y sus impactos, se definirán diferentes herramientas de gestión aplicables al contrato que la empresa se encuentra próxima a firmar con un proyecto de similares características, con el objetivo de generar de forma anticipada las medidas de mitigación para ser incluidas desde el momento de su concepción.

### 1.1. JUSTIFICACIÓN

El estudio se justifica en la generación de valor para la compañía, a través de la elaboración de las medidas de control y gestión del próximo contrato de operación de una mina base, proceso que se encuentra en su etapa de conceptualización actualmente en la empresa.

Es relevante que el proceso sea llevado a cabo en la etapa de la elaboración del contrato, ya que permite que las medidas definidas en este estudio sean parte medular del documento legal que regirá la explotación, permitiendo mitigar en forma temprana todos los problemas que puedan presentarse a lo largo de la vida útil de la mina, tomando como base las experiencias de la única mina de similares características de la empresa, operación que tiene a su haber 10 años de explotación.

### 1.2. OBJETIVOS

#### 1.2.1. Objetivo general

Definir las medidas de gestión para el control oportuno del contrato de operación de la mina base de la Planta Osvaldo Martínez, El Salado.

#### 1.2.2. Objetivo específico

Los objetivos específicos de este estudio son:

- Estudiar y describir la importancia y particularidades de una mina base para las plantas de la ENAMI.
- Analizar el contrato de la mina base Panulcillo y el nivel de cumplimiento de éste durante los 10 años desde su firma.
- Medir el impacto de los resultados de la mina Panulcillo, como consecuencia de la gestión del contrato con el operador minero.

- Realizar un análisis FODA de los resultados de la operación y de las herramientas de gestión contempladas en el contrato.
- Divisar oportunidades de mejora en la gestión del contrato, para disminuir las amenazas que existan en la operación de la próxima mina base de ENAMI.
- Definir medidas de gestión que deben ser incluidas en la conceptualización del modelo de operación de la nueva mina base para la Planta Osvaldo Martínez, como herramientas para el control del contrato.

## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el cumplimiento del objetivo general, se elaboró un plan de trabajo que considera los lineamientos para el desarrollo del estudio. El trabajo tendrá su base en la definición de la situación planificada y la situación real, a partir de los datos históricos y antecedentes disponibles de la operación de la mina Panulcillo. Ambos casos serán comparados y analizados desde un punto de vista estratégico por medio de la metodología del FODA dinámico, y a partir de los resultados de la matriz se definirán las medidas de gestión efectivas que puedan ser aplicadas en la nueva mina base de la empresa.

El proceso se puede apreciar en la Figura 1:



Figura 1. Diagrama de flujo metodología de trabajo.

A continuación, se describe la metodología de trabajo y el objetivo de cada una de las etapas:

- **SITUACIÓN ACTUAL**

Presentación de la situación actual de la compañía, se describirán en detalle los procesos que sustentan la necesidad de realizar este estudio, para aumentar y asegurar el valor del proyecto que se encuentra en proceso en la compañía.

- **REVISIÓN DE ANTECEDENTES**

El proceso considera revisar y seleccionar desde las definiciones estratégicas de la compañía y data histórica de la operación de Mina Panulcillo toda la información relevante para la definición, planificación, construcción y operación de una mina base.

El proceso será abordado desde dos puntos de vista:

- Perspectivas previas a la operación:  
Este punto de vista reúne todas las consideraciones estratégicas y técnicas que son consideradas previa a la operación, desde una perspectiva

práctica, son todos los lineamientos que se consideraron para la elaboración del contrato con el operador de Mina Panulcillo.

- Resultados propios de la operación:  
Conceptualización y recopilación de los principales datos que se generan a partir de los resultados de la operación, esto considera los resultados del operador de la mina y las diferentes medidas de gestión ordinarias y extraordinarias que se han llevado a cabo por ENAMI, como controlador del contrato.

- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Revisión integral de los resultados operacionales, comparándolos con los principales puntos del contrato, con el objetivo de conocer el nivel de cumplimiento de los compromisos y normas impuestas.

Además, lo anterior será contrastado contra las medidas de gestión que fueron implementadas por la empresa desde un punto de vista de controlador del contrato, esto con el objetivo de conocer la capacidad de control que cuenta el organigrama actual y su impacto real en el negocio.

- ESTUDIO ESTRATÉGICO DE LA OPERACIÓN

A partir de los análisis anteriores, se realiza una revisión estratégica de todos los resultados y medidas de gestión tomadas. La forma de análisis considera la Matriz FODA dinámica.

Se busca revisar la situación pasada para generar un marco de referencia para los desafíos del nuevo contrato de operación:

- Las fortalezas, son los éxitos de la operación y su gestión.
- Las debilidades, son los fracasos que se han generado en el tiempo.

Con estas definiciones se plantean medidas que pueden ser aplicadas a futuro, considerando:

- Las Oportunidades, como nuevas metas a partir de los éxitos vislumbrados en las fortalezas del pasado.
- Las Amenazas, como problemas que se han presentado en el pasado y podrían presentarse en el futuro.

- 

- DEFINICIÓN DE MEDIDAS DE GESTIÓN

Las medidas de gestión nacen a partir de las amenazas detectadas anteriormente, conociendo en detalle todos los fracasos que originaron, debilidades tanto en la operación, como en la gestión del contrato.

La oportunidad de mejora y el valor de este estudio se fundamenta en transformar todas las amenazas en nuevas oportunidades para el cumplimiento de las metas realistas, las que serán incluidas en el nuevo contrato.

### 3. SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

ENAMI cumple su rol de fomento a través de plantas propias y poderes de compra en plantas de terceros, los que se pueden apreciar en la Figura 2. El principal objetivo estratégico es mantener las plantas propias con una alimentación constante y a capacidad plena, para evitar costos excesivos para la empresa, los que no pueden ser transferidos a los pequeños y medianos mineros.

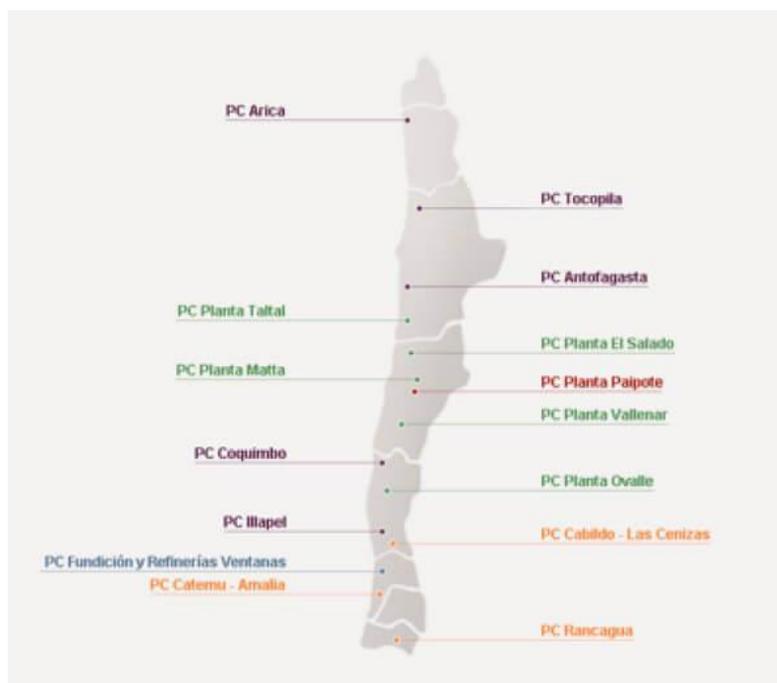


Figura 2. Instalaciones Empresa Nacional de Minería.

ENAMI actualmente cuenta con ocho líneas de procesamiento de minerales de cobre, tanto óxidos como sulfuros, distribuidos en cinco plantas en los principales focos mineros del país. Cada una de estas plantas se considera estratégica para las zonas donde se encuentran, ya que son la principal herramienta de fomento para el apoyo de los pequeños y medianos mineros, esencialmente por que permiten que puedan acceder a un mercado internacional que sea conveniente para ellos. La Figura 3 presenta las plantas propias, en las cuales existe la posibilidad de realizar gestiones por parte de la compañía:

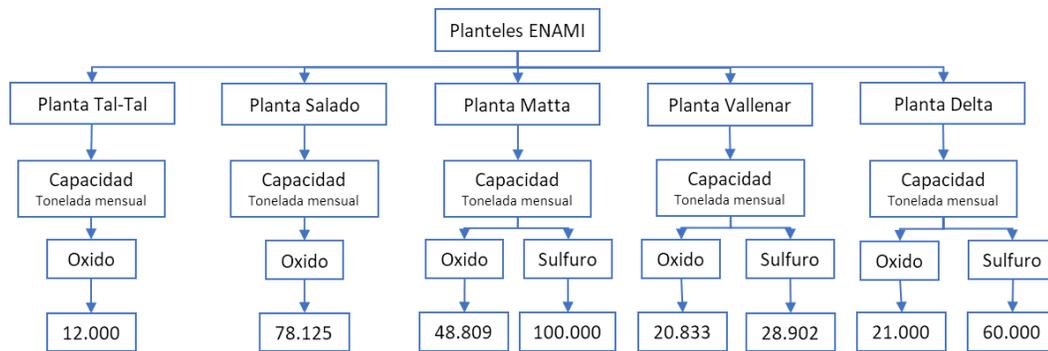


Figura 3. Plantas Propias Empresa Nacional de Minería.

La mantención de estas líneas de producción para fomentar la minería le significa a ENAMI un esfuerzo en cuanto a costos, ya que siete de estas líneas se encuentran con un abastecimiento promedio de solo un 40% de su capacidad nominal, implicando un costo que debe ser solventado por la compañía.

El desabastecimiento existente en las plantas significa un gran problema para la compañía, dado que aumenta los costos unitarios de tratamiento por tonelada de mineral, provocando diferencias entre el costo real de la planta y el aplicado en los cálculos de tarifa ENAMI generando pérdidas para la compañía, ya que como se mencionó, la empresa es una entidad que busca fomentar la minería y por ello no se pueden transferir estos costos a las tarifas vigentes con los pequeños y medianos mineros.

### 3.1.1. Estudio de abastecimiento

El nivel de desabastecimiento es conocido por la compañía, pero no ha sido estudiado en su ámbito medular, es por ello que se realiza un análisis a resultados históricos de la tasa de abastecimiento de las plantas, con el objetivo de detectar las oportunidades de mejora para este tema y las medidas de mitigación de los impactos que este problema genera, dentro de las cuales se encuentra la estrategia de desarrollo de minas bases propias.

A continuación, se presentan algunos de los principales resultados y conclusiones del estudio realizado del abastecimiento, el cual se ha dividido según el tipo de mineral procesado en la planta: óxidos y sulfuros.

Como se puede apreciar en el Gráfico 1, el abastecimiento de minerales oxidados tuvo su mejor periodo entre los años 2010 y 2012 donde dos plantas se mantuvieron cercanos o sobre el nivel nominal de abastecimiento. Los resultados han sido decrecientes a partir de esta fecha, esto en parte se debe al agotamiento progresivo de los minerales oxidados y el avance inminente de estas minas a minerales sulfurados, los cuales implican, en muchos casos una imposibilidad de extracción para los pequeños mineros, debido al incremento en la profundidad de emplazamiento de los mejores sectores, lo que deriva en muchos casos en el abandono de las faenas, por los altos costos que implica la operación.

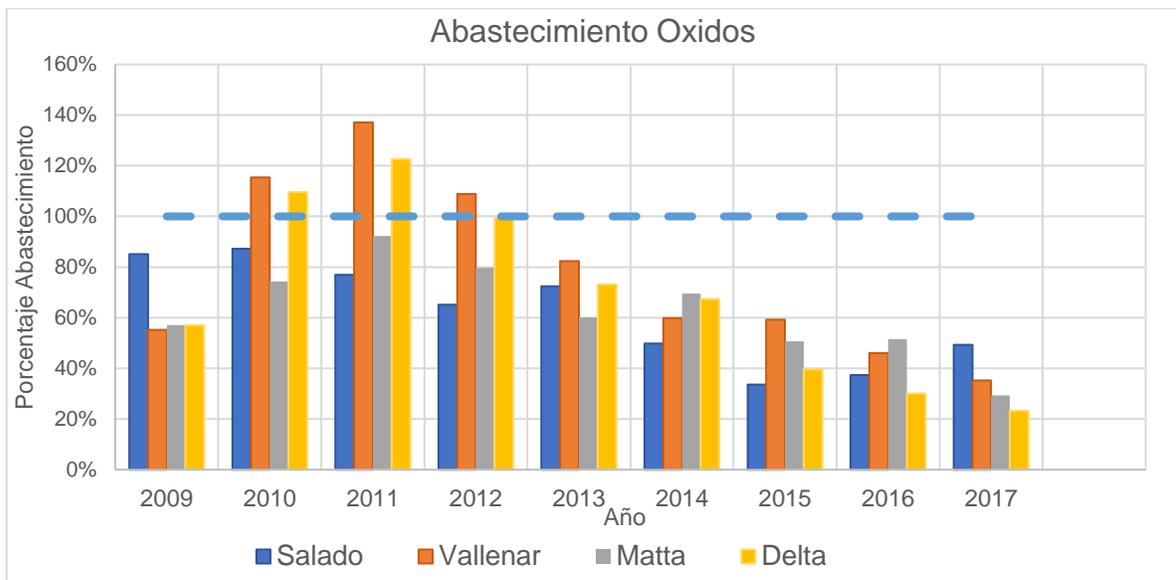


Gráfico 1. Abastecimiento Planta Línea Óxidos.

Como se puede apreciar en el Gráfico 2, las plantas de sulfuros tienen un comportamiento disímil entre ellas, producto a que obedecen a diferentes modelos de negocios: planta Delta tiene asociado mina base de la empresa, mientras que las otras dos dependen únicamente del abastecimiento de los pequeños mineros.

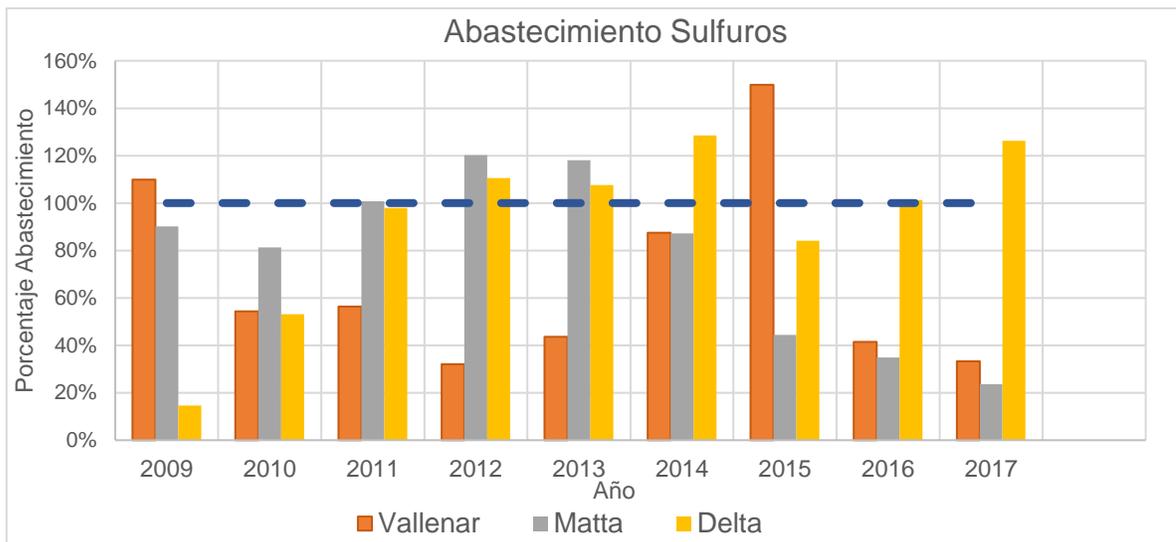


Gráfico 2. Abastecimiento Plantas Línea Sulfuros.

Al observar los datos se puede apreciar que planta Delta, en su línea de sulfuros, es la única que cuenta con un abastecimiento constante sobre sobre un 84% durante los últimos años, esto es debido que durante el año 2010 inicia la operación de su mina base con una capacidad de 50 mil toneladas mensuales de alimentación a la planta, lo que permite la entrega constante de minerales, asegurando un mínimo de un 80% respecto a su capacidad nominal y reduciendo el riesgo que existe del desabastecimiento producto de la irregularidad en la entrega de los pequeños mineros.

La mina base, Panulcillo, es de propiedad de ENAMI y operada por un tercero como consecuencia de un contrato de operación integral de la mina, donde ENAMI cumple el rol de controlador del contrato. Esto ha permitido que la planta pueda descansar en el apoyo de la mina para asegurar el 80% aproximado de alimentación, permitiendo mantener costos de mercado y disminuir las pérdidas generadas por este concepto en las demás plantas.

El Gráfico 3 muestra que el tonelaje de alimentación de mina Panulcillo ha sido constante a través de los años de operación, y las pequeñas variaciones se deben a los aportes de pequeños y medianos mineros que venden su mineral en el poder de compra.

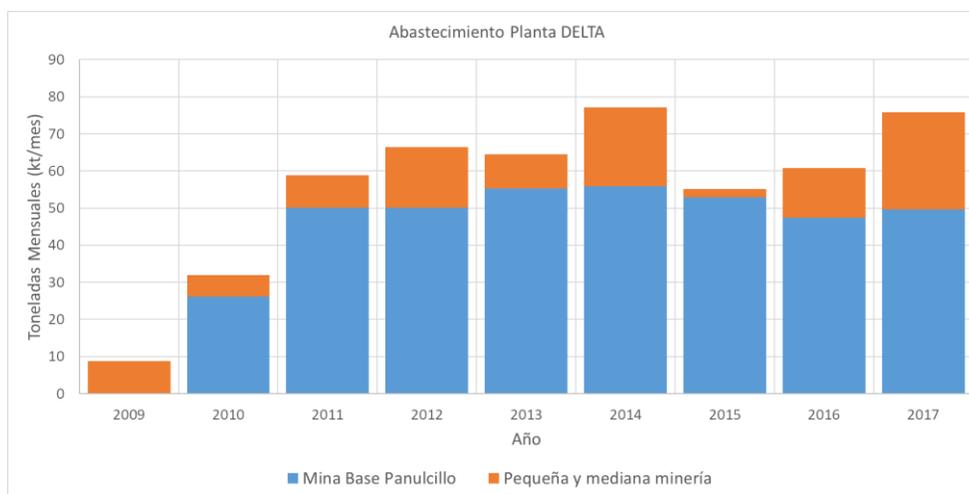


Gráfico 3. Abastecimiento Planta Delta.

Esta modalidad de negocios, donde se define una mina base asociada a una planta y línea de procesamiento es sumamente efectiva para disminuir el impacto que tienen un alto nivel de desabastecimiento y la alta variabilidad que existe en el mineral (tonelaje y ley) que alimenta la planta. Es por ello que, dentro de las nuevas medidas estratégicas que se plantean en la compañía, existe un gran interés en la aplicación de este modelo a distintos planteles, encontrándose dentro de las principales prioridades planta El Salado, la cual cuenta con la mayor capacidad de tratamiento de óxidos, y actualmente presenta un déficit de 40 mil toneladas mensuales.

Para contribuir a cerrar esta brecha en planta El Salado, la empresa ha decidido desarrollar un proyecto de explotación, operado por un tercero, que le permita contribuir con un abastecimiento máximo de 25 mil toneladas mensuales de mineral en una inicial, tasa que podría ser aumentada luego de campañas de exploración a las que se debe comprometer el futuro operador de la mina. Una meta que se ha puesto la administración de la empresa al impulsar este proyecto es incorporar las lecciones aprendidas de mina Panulcillo, a objeto de establecer las medidas oportunas para el resguardo de la promesa de valor del proyecto.

### 3.1.2. Decisiones estratégicas de la compañía

Los estudios permitieron entender que el comportamiento de los costos unitarios de la planta tiene un comportamiento no lineal, es decir, a medida que se aumenta el nivel de abastecimiento, es mayor la disminución de los costos de cada tonelada aportada.

Actualmente, los costos de la planta El Salado son mayores que la tarifa que se paga a los proveedores mineros, es decir que la empresa pierde dinero por cada tonelada que se procesa y esto es justificado en el rol de fomento que tiene la empresa. Desde un punto de vista de negocios, este modelo no puede ser sustentado en el tiempo, considerando que los aportes del estado no son capaces de eliminar estas pérdidas.

Con base en lo anterior, se diseñó una mina base capaz de revertir esta situación, y se definió una capacidad inicial de alimentación a la planta, que permita llevar los costos bajo la tarifa que se paga por la compra de mineral, lo cual permitirá como medida base detener las pérdidas.

A partir del Gráfico 4, que muestra la disminución de costos unitarios de la planta contra el tonelaje adicional alimentado, se puede apreciar que el desarrollo de una mina base entorno a El Salado con una capacidad de 25 mil toneladas mensuales permitirá disminuir los costos unitarios de la planta en cerca de 16 dólares por tonelada, quedando con un costo total de planta de aproximadamente 31 dólares por tonelada, lo cual permitirá reducir el costo por debajo del costos de tarifa que es de 37.67 dólares por tonelada.

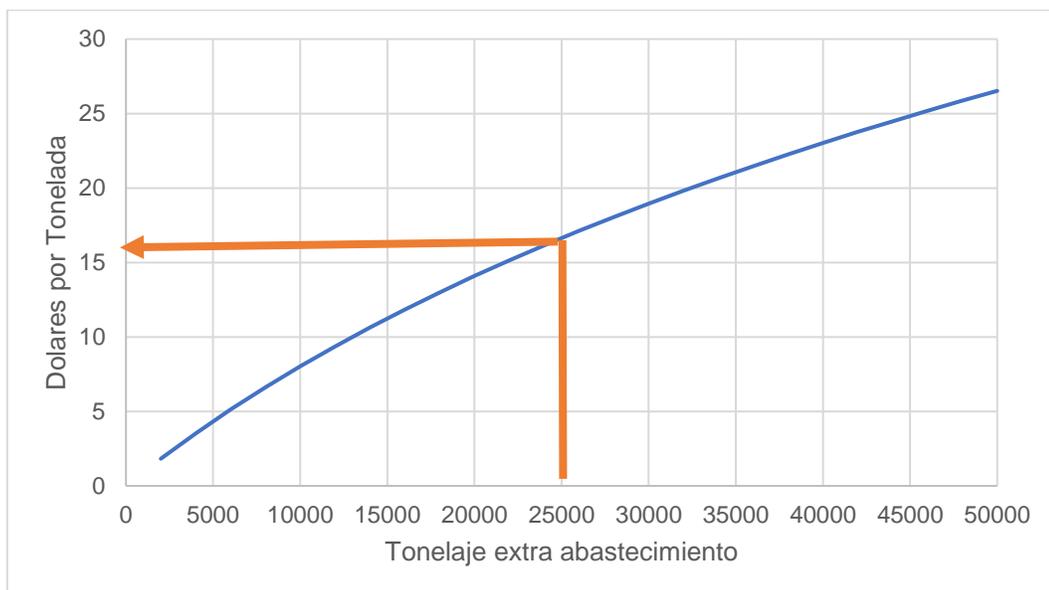


Gráfico 4. Disminución de costos por mayor abastecimiento en Planta El Salado.

### 3.1.3. Oportunidades de mejora

Lo anterior, demuestra que la construcción de una mina base para la alimentación de una planta genera un valor importante para la empresa, pero la aplicación de este modelo de negocios, de acuerdo con la experiencia obtenida de la explotación de mina Panulcillo, implica diferentes desafíos de control y gestión del contrato de operación.

Este documento busca analizar las herramientas que da el contrato a su controlador, las medidas efectivas que se han llevado a cabo y los resultados operacionales. Lo anterior

será analizado desde un punto de vista de las principales debilidades y amenazas, y transformarlas en oportunidades y fortalezas, materializadas como herramientas de gestión para ser incluidas en el contrato que debe ser realizado para la mina que alimentara a la planta El Salado.

#### 4. ANTECEDENTES

##### 4.1. ANTECEDENTES MINA BASE PLANTA DELTA

###### 4.1.1. Mina Panulcillo

ENAMI es propietaria de la mina subterránea Panulcillo, la cual es explotada a razón de 50.000 t/mes, para abastecer la planta concentradora Delta de 60.000 t/mes de capacidad. El resto de la alimentación a planta es entregado por los pequeños mineros de las comunas de Ovalle, Coquimbo, La Serena, Andacollo, Rio Hurtado, Monte Patria, Punitaqui y Combarbalá.

La mina fue conceptualizada para permitir un abastecimiento constante de la planta Delta, permitiendo de esta manera generar las condiciones tecnológicas y de escala para que los pequeños mineros puedan acceder en condiciones favorables al mercado.

La mina es operada mediante un contrato de servicio por un tercero, quien realiza las labores de preparación, desarrollo, explotación y abastecimiento de minerales a planta.

El contrato de operación se inició el año 2009 incorporando además de la operación de la mina, la construcción de las instalaciones habilitantes para tal objetivo. Dentro de estas fueron consideradas la construcción del portal de acceso, el barrio cívico, los talleres, los sectores de acopio de estéril y mineral, entre otros. Una imagen panorámica de las distintas instalaciones se puede apreciar en la Figura 4.

Es relevante mencionar que el contrato considera un servicio integral por parte del operador minero, dejando en su responsabilidad la operación absoluta de la faena, lo cual incluye, la planificación minera, la geomecánica, la geología, los servicios y la explotación propiamente.



Figura 4. Instalaciones principales Mina Panulcillo.

Actualmente la mina Panulcillo sigue en operación y dentro de los planes de la empresa se contempla su continuidad operacional hasta 2022. El plan estratégico de ENAMI considera mantener el fomento a la pequeña minería mediante la compra y procesamiento de sus minerales con una cuota de 10.000 a 15.000 ton/mes y mantener la mina base, con un tamaño abastecimiento de 45.000 a 50.000 ton/mes. Para lograr este objetivo, se contempla la renovación de sus recursos geológicos mediante sucesivas campañas de sondajes al objeto de extender la vida útil.

4.1.2. Descripción del proyecto de explotación original

Para realizar la tercerización de la mina, ENAMI realizó todos los estudios pertinentes a una ingeniería de factibilidad. Todos estos antecedentes se constituyeron como requisitos para que el operador de la mina realizara las labores de explotación y se cumpliera la promesa de valor. En lo relativo al negocio, el valor a resguardar por parte del operador minero y ENAMI, lo constituía, de manera central, el plan minero.

Los recursos geológicos originales del proyecto ascendían a 8 Mt con una ley media de 1,66 % CuT. En base a estos, se constituyó la envolvente económica para efectuar el diseño minero y definir la secuencia de explotación de la mina. Como resultado se obtuvo un plan minero, que consideraba extraer 4,5 Mt con una ley media de 1,61 % CuT, a extraerse en un horizonte de 8 años a un ritmo de 50.000 t/mes. El método de explotación contemplado fue Caserones Vacíos por Subniveles o Sublevel Stopping. En el Gráfico 5, se puede apreciar los tonelajes y leyes contemplados a enviar a planta durante la vida estimada del proyecto.

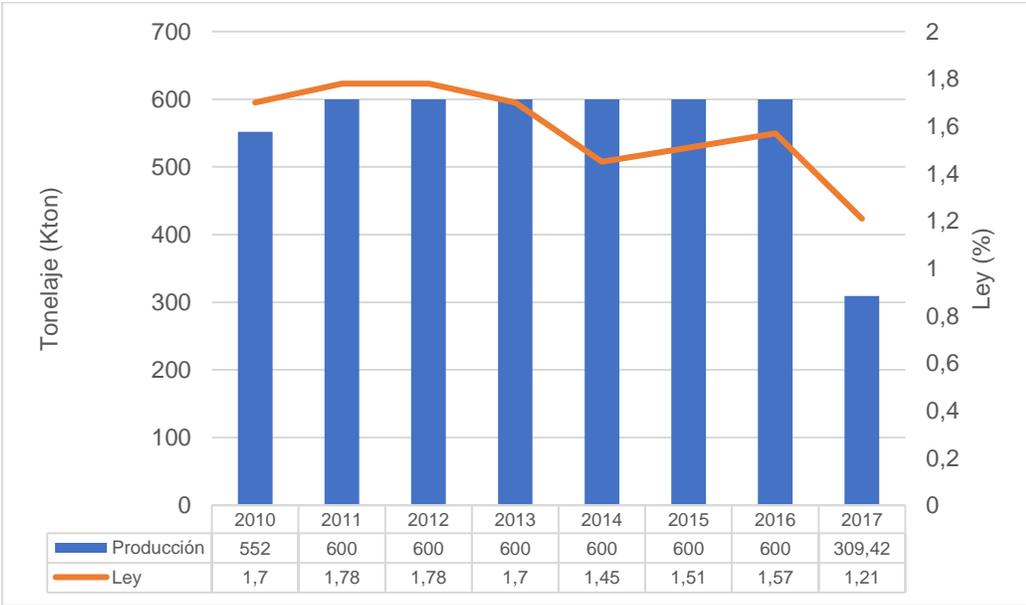


Gráfico 5. Plan Minero Proyecto Original.

En lo relativo a las preparaciones y desarrollos, el proyecto consideraba realizar durante los ocho años de vida útil de la mina 20.693 m, lo cual implicaba una media de 216 m/mes para lograr las flexibilidades operativas requeridas para cumplir con las exigencias de

tonelaje y ley establecidas. En el Gráfico 6, se puede apreciar por año, los metros de preparación y desarrollos comprometidos por el operador minero en su propuesta técnica.

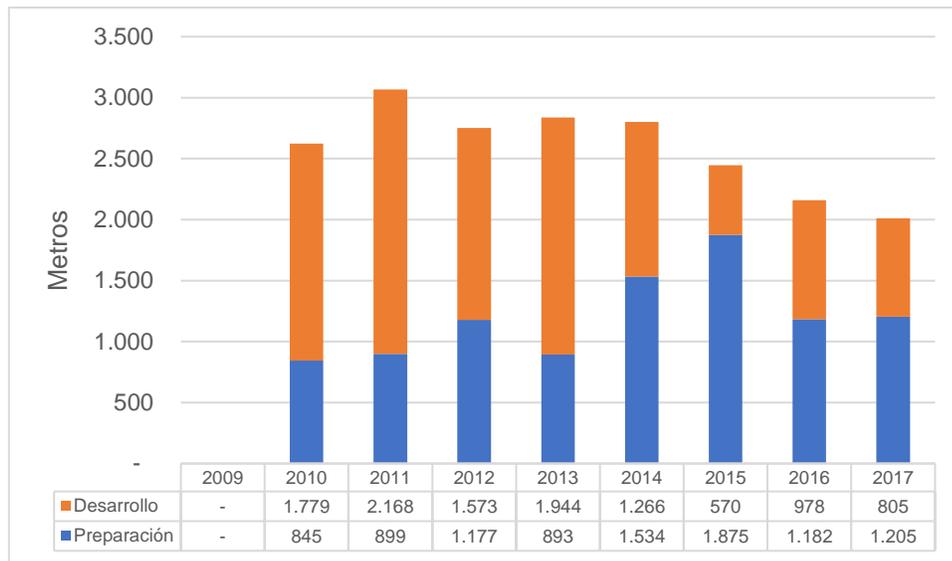


Gráfico 6. Programa de Desarrollo y producción proyecto Original.

Adicionalmente, para mejorar la caracterización del yacimiento y de los recursos minerales, la propuesta del operador minero contemplaba la ejecución permanente de sondajes *infill*. Para ello, se establecía la incorporación de una sondeadora diamantina la cual permitiría los siguientes objetivos: confirmar las 39 unidades de explotación, confirmar la continuidad de la mineralización en profundidad y definir la calidad del yacimiento entre los 3 cuerpos principales para aumentar su vida útil. Junto con estas actividades, para una mejor caracterización del yacimiento, se contemplaba la ejecución de zanjas y canaletas.

En la vida de la mina, el operador se comprometía a la elaboración de aproximadamente 20.000 m de sondajes, equivalentes a un promedio de 2.500 m/anales durante toda la vida del proyecto.

#### 4.1.3. Descripción Global contrato operación.

En el proceso de asignación del operador minero, realizado vía licitación pública, el oferente asignado, en su propuesta de explotación validaba la ingeniería del proyecto, llegando a un plan minero equivalente al desarrollado por ENAMI en el estudio de factibilidad. De este modo, se contaba con la validación técnica y el compromiso para orientar la explotación de acuerdo con lo establecido en la ingeniería de ENAMI.

Para la ejecución del servicio el operador minero se obligaba a suministrar y mantener todos los recursos humanos y materiales necesarios, incluyendo insumos, materiales, y maquinarias para dar cumplimiento a sus compromisos.

##### 4.1.3.1. Facultades de ENAMI y Obligaciones del Operador Minero.

Para el buen cumplimiento de los objetivos de la operación del proyecto, el contrato establecía una serie de exigencias para el operador minero y facultades para ENAMI. Las más atinentes a la correcta definición del negocio fueron las siguientes:

- ENAMI tenía la facultad de realizar modificaciones a los programas de producción que estimara pertinentes.
- El operador minero se obligaba a cumplir el proyecto de explotación y quedaba en poder de ENAMI la facultad de aceptar o proponer modificaciones.
- El operador minero se comprometía a presentar a ENAMI la planificación trimestral de los trabajos de explotación, y una vez aprobado, alinear sus obras al programa.
- El contratista se comprometía a entregar la topografía de los avances y los laboreos de la mina, el mapeo geológico de las labores y los reportes de sondajes realizados.
- ENAMI tenía la facultad de inspeccionar la faena la cantidad de veces que lo estimara pertinente.

En lo relativo a la etapa de preproducción el operador minero se comprometía a lo siguiente:

- Terminar el programa de preproducción en un periodo determinado, tras el cual se empezaban a concretar multas por días de atraso.
- Entregas de minerales en un plazo determinado luego de la firma del acta de inicio de actividades.

#### 4.1.3.2. Tarifa del contrato.

Se establecía como producción media la cantidad de cincuenta mil (50.000) toneladas de mineral seco (TMS) para enviar a planta. ENAMI se resguardaba el derecho de disminuir la producción hasta cuarenta mil (40.000) toneladas o aumentarla hasta sesenta mil (60.000) toneladas frente a cambios significativos del abastecimiento de los pequeños mineros.

Se consideraba el pago de una tarifa base en función de la ley media mensual entregada en planta. La ley media de entrega debía ser 1,6% CuT, y consideraba una desviación permisible sobre la media de (+/- 0,15% CuT).

En caso de leyes fuera de este rango inferior se consideraban penalizaciones a la tarifa base, de modo que si la ley del mineral entregado se encontraba en el rango de 1,45% y 1,20% Cu T se aplicaría la siguiente escala de bajada:

$$\text{Valor Mineral (US\$/t)} = \text{Tarifa Base} + (\text{Ley Mineral} - 1,45\%) * 11,81$$

#### 4.1.3.3. Coordinación del contrato.

ENAMI designaba un jefe de proyecto y el operador minero designaba un encargado de operaciones, ambos facultados para resolución de problemas respecto a las definiciones estratégicas.

Se establecería, que en un periodo no superior a tres semanas de iniciada la operación, la elaboración de un manual de procedimientos y operación del contrato, el cual especificaría los canales oficiales de comunicación, mecanismo de programación y control de proyecto, método de solución de controversias, traspaso de información durante la operación y coordinación de entregas de mineral.

#### 4.1.3.4. Entrega de mineral.

Se consideraba que el transporte de mineral a planta sería realizado de acuerdo con programa coordinado con el encargado de la planta de ENAMI. La entrega física se realizaría en tolva de recepción de chancado primario de la planta, previo pesaje y control de acceso.

Se estipulaba que las entregas de mineral debían contener un tamaño máximo de colpa, que de no cumplirse sería devuelto con cargo al operador minero.

#### 4.1.4. Estructura del Control del contrato ENAMI

Para la supervisión del contrato ENAMI constituye una superintendencia mina, la cual estaba conformada por tres profesionales: un superintendente, un jefe de operaciones, y un encargado de seguridad y medio ambiente. Estos profesionales se constituían como la red de apoyo del administrador del contrato.

El rol de este equipo es velar por una correcta ejecución y control del contrato, coordinándose con el operador minero en todas las actividades de explotación de la mina. El organigrama funcional para controlar el servicio se puede apreciar en la Figura 5.

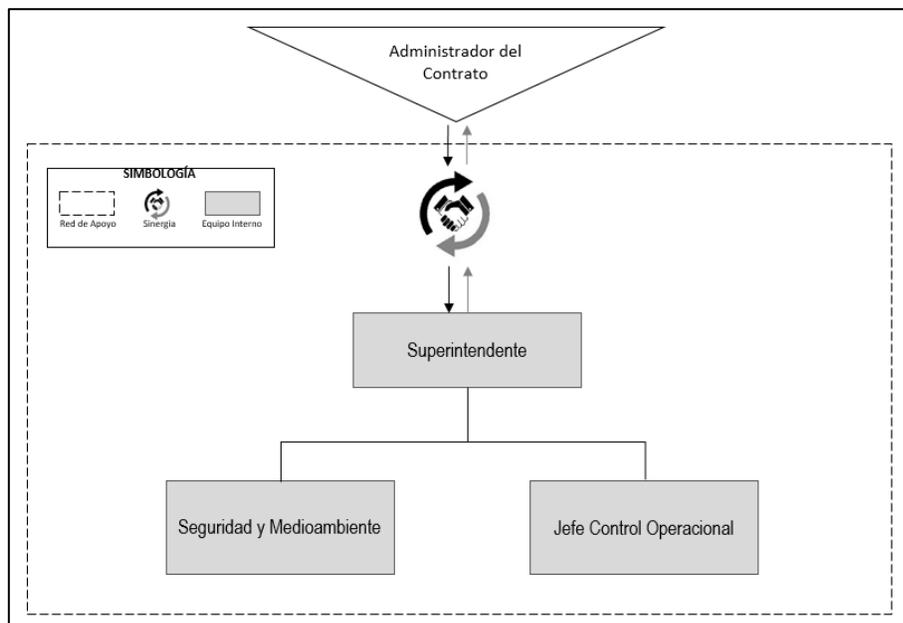


Figura 5. Organigrama de control del contrato.

#### 4.1.4.1. Roles Nominales de los Profesionales en el Control del Contrato.

Para el superintendente se establecían los siguientes roles:

- Controlar el fiel cumplimiento del “Contrato de explotación y entrega de minerales.
- Velar por el cumplimiento de los planes mineros que presenta el contratista, informando al Jefe de Desarrollo Minero los cumplimientos o desviaciones de los planes.
- Revisar y aprobar los proyectos y presentaciones que realiza el contratista para autoridades y organismos fiscalizadores sectoriales, SNGM, SEA, etc.
- Controlar y supervisar los avances respecto a la planificación de la mina en mediano y corto plazo.
- Controlar el cumplimiento de las normas y procedimientos de calidad, medio ambiente; seguridad y salud ocupacional de la empresa.
- Controlar que legislación vigente aplicable a explotación de la mina se cumplan.
- Controlar la oportunidad, cantidad y calidad en el proceso de entrega de mineral a planta.
- Preparar, gestionar y controlar el presupuesto anual de la Superintendencia Mina.
- Asistencia a reunión semanal de seguridad y Medio Ambiente, operación, gestión y proyectos con el operador minero.

Por su parte, para el jefe de operación mina, se establecían los siguientes:

- Revisar y velar por el cumplimiento de los programas productivos, desarrollo y servicios de corto y mediano plazo, informando a la Superintendencia los cumplimientos o desviaciones de los programas.
- Realizar visitas e inspecciones diarias a terreno con el objetivo de verificar que las operaciones unitarias de la mina se realizan según estándar establecidos.
- Controlar que se apliquen las normas de seguridad, meta lograr cero accidentes y otras corporativas.
- Auditar el cumplimiento de los D.S. que aplican a la minería subterránea.
- Asistencia a reunión semanal de seguridad y Medio Ambiente, operación, gestión y proyectos con el operador minero.

Por último, para el asesor en prevención de riesgos y medio ambiente se contemplaban los siguientes roles:

- Asesorar en el control de Contratistas y Subcontratistas que prestan servicios en Mina Panulcillo, en el cumplimiento de todas las normas y procedimientos de

riesgos requeridos tanto por la normativa interna de ENAMI como por la legislación vigente.

- Controlar los programas de prevención de riesgos desarrollados por el contratista.
- Controlar el cumplimiento de los planes y programas de Seguridad y Salud ocupacional presentados por el contratista.
- Revisar y aprobar respuestas preparadas por el contratista ante hallazgos del SNGM y organismos controladores externos.
- Incorporar notas en el “Libro de Seguridad” de las acciones y condiciones subestándar.
- Reportar informes corporativos y mantener coordinación permanente para hacer llegar al contratista políticas, procedimientos, normas e instructivos corporativos de la Gerencia de Seguridad y Sustentabilidad ENAMI.
- Controlar el programa de cumplimiento de la Normativa Ambiental y de los procesos mediante inspecciones diarias para el cumplimiento de la RCA que aprueba la construcción, operación y cierre del Proyecto.
- Asistir a reuniones semanales de seguridad y Medio Ambiente, operación, gestión y proyectos con el operador minero.

#### 4.1.5. Resultado de la Operación.

Durante la vida del proyecto, mina Panulcillo logró producir 4,6 Mt con una ley de 1,21% Cu T, que llevado a promedios mensuales corresponde a un abastecimiento de 51.600 t/m a planta Delta. En el Gráfico 7, se puede apreciar la producción real durante la vida de la operación, evidenciándose una producción relativamente constante durante los ocho años del proyecto.

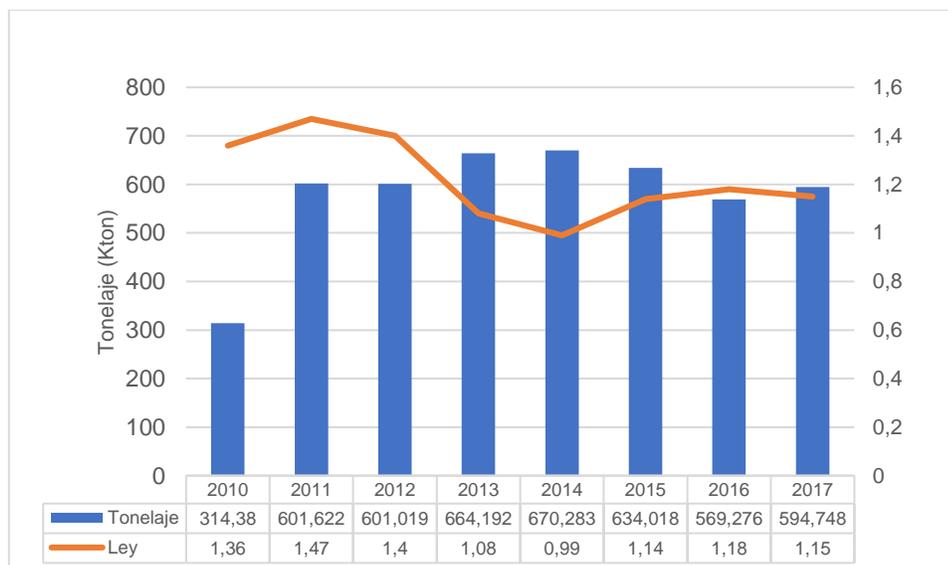


Gráfico 7. Producción Real Mina Panulcillo.

En lo relativo a las preparaciones y desarrollo, se efectuaron durante la operación del proyecto 17.262 metros, lo cual equivale a un promedio de 160 m/mes. En el Gráfico 8, se puede apreciar las preparaciones y desarrollos durante la vida del proyecto.

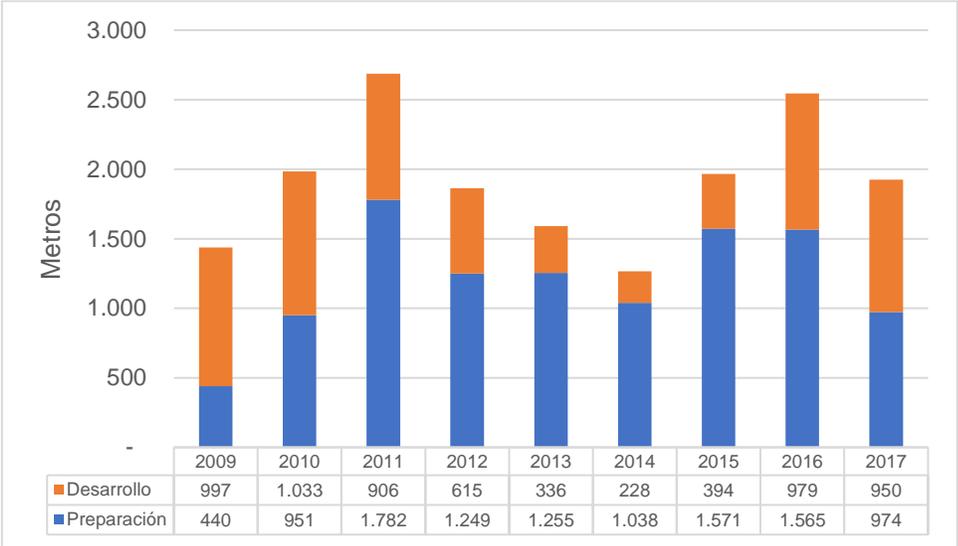


Gráfico 8. Preparaciones y Desarrollos ejecutados en la operación de la mina.

En lo relativo a sondajes durante la toda la operación se ejecutaron 3.000 m de sondajes por parte del operador minero. En desmedro de los sondajes, La práctica utilizada para confirmar los cuerpos minerales consistió en la ejecución de sondajes de barros, una vez que se lograba acceder a los sectores planificados.

## 5. ANÁLISIS DE SITUACIÓN

### 5.1. ANÁLISIS DE GLOBAL MODALIDAD CONTRACTUAL.

De acuerdo con el tipo de contrato ENAMI deja en manos del operador minero el servicio integral de la explotación, incluyendo todos los servicios de ingeniería y de operación de la mina. De este modo, el contratista tiene bajo su responsabilidad no tan solo las labores de extracción, sino que aquellas actividades estratégicas, que definen el resultado del negocio, como lo son el diseño y planificación de la mina.

Esta decisión de suscribir un contrato integral minero fue tomada teniendo en consideración que el *know how* de ENAMI está focalizado en el procesamiento de minerales, por lo cual lo más conveniente era acudir a un contratista que pudiera aportar un valor en la operación de la mina, mayor al que se podría desarrollar con recursos internos.

Esta definición trajo algunos inconvenientes en el desarrollo del contrato, puesto que la explotación no fue orientada a cumplir cabalmente los intereses de ENAMI que, al no haberse involucrado en la planificación minera, y no haber establecido controles oportunos, dejó implícitamente en manos del operador minero, la definición de los objetivos estratégicos que persigue la empresa con la explotación de las minas bases: Maximización de VAN, Maximización de Vida Útil, entre otros.

Considerando la postura corporativa de la empresa, de externalizar todas las actividades de la operación de la mina, se deberían haber establecido controles exhaustivos que permitieran resguardar los cambios a los que estaba expuesto el proyecto original de explotación. Para ello, debería haber contemplado una estructura organizacional a cargo del contrato oportuna, que fuera realizando las siguientes actividades estratégicas:

- Actualización al modelo geológico y modelo de bloques de la mina.
- Seguimiento al cumplimiento del diseño minero.
- Seguimiento de dilución operativa del operador.
- Seguimiento al cumplimiento de los planes de producción.
- Revisión y elaboración de planes mineros alternativos a los presentados por el operador.

Esta falta de involucramiento en las consideraciones estratégicas impidió que ENAMI desarrollara un *Core Business* entorno a la explotación de las minas bases. Esto ocurrió así, por cuanto la empresa no definió ninguna actividad principal, sino que consideró que el *partner* le incorporaba más valor añadido en la totalidad de las actividades técnicamente complejas del contrato. La gestión estratégica, por ende, se limitó por parte de ENAMI a un acto fundamentalmente contemplativo, dejando en manos del operador aspecto estratégico, que no es muy usual que las compañías mineras externalicen, pues ellas definen el resultado del negocio.

En la Figura 6 se puede apreciar el total de los procesos contemplados en la operación de la mina. El servicio incluye los trabajos de ingeniería necesarios para proyectar los resultados del negocio: definición de los recursos minerales, determinación de la

envolvente económica, geomecánica y diseño minero, y elaboración del plan minero. Y, al mismo tiempo, considera las operaciones unitarias que permiten generar la producción de la mina.

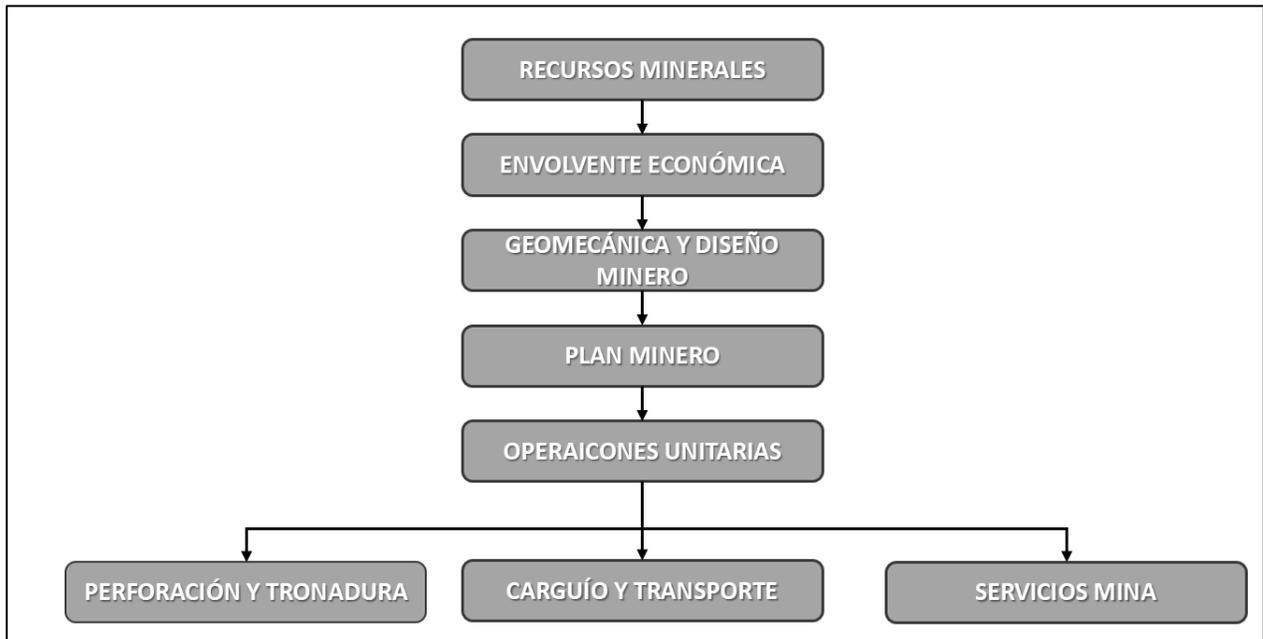


Figura 6. Actividades principales operación de una mina.

El negocio de ENAMI si bien se define en la etapa de ingeniería y operaciones, las más relevante es la primera, pues ahí se configuran los objetivos estratégicos del negocio. La participación permanente en esta actividad, que tiene el carácter de iterativo, debería haberse contemplado dentro de la estructura de control del contrato.

En lo relativo a las operaciones unitarias, el aspecto más relevante a resguardar estaba vinculado a las diluciones que pudiera sufrir la ley del mineral por desviaciones en la etapa de perforación y tronadura.

Estos dos procesos, constituyen aspectos centrales sobre los cuales debería haberse contemplado el involucramiento de ENAMI para resguardar el cumplimiento de la promesa de valor.

## 5.2. ANÁLISIS DE BRECHAS ESTRATÉGICAS.

El análisis de mina Panulcillo se ha focalizado sobre los indicadores claves de desempeño globales de la operación, por cuanto estos permiten evaluar el resultado estratégico del negocio. Estos conductores se utilizaron para analizar las desviaciones entre la promesa de valor y el resultado operacional, representados por los siguientes indicadores:

- Tonelaje anual entregado a planta metalúrgica.
- Ley media anual del mineral entregado a planta metalúrgica.
- Cobre fino contenido entregado a planta metalúrgica.
- Metros de preparación y desarrollo ejecutados.

- Ejecución de metros de sondajes y actividades de exploración.

No obstante, el análisis se centra sobre estos aspectos, se debe tener en consideración que existen distintos factores intermedios que deben tener seguimiento por parte de ENAMI, pero de los cuales, por el modo de control del contrato, no se tiene un registro cuantitativo. Estos elementos son abordados en el siguiente capítulo en el análisis FODA dinámico del contrato de explotación. Entre ellos se puede mencionar:

- Calidad de las labores.
- Registro topográfico de la explotación.
- Disponibilidad de equipos de producción y de avance.
- Interpretación geológica del yacimiento.
- Planificación y diseño minero.
- Personal comprometido en la operación.
- Aspectos de seguridad.

#### 5.2.1. Tonelaje de mineral, ley de alimentación y finos enviados a planta.

Al contrastar los resultados entre lo establecido en el proyecto original y la realidad operativa, se puede apreciar que, si bien en lo relativo a los tonelajes la planta se ha abastecido de acuerdo con lo programado, las leyes han estado muy por debajo a la promesa de valor original, existiendo una disminución en los finos de cobre muy relevantes.

En la Tabla 1, se puede apreciar los resultados de la operación contrastados con los del proyecto. De acuerdo con estos datos queda en evidencia que hubo un perjuicio relevante en las leyes para ENAMI. Si el valor esperado luego de 8 años era obtener una ley media de 1,61% CuT, se obtuvo finalmente una ley de 1,21% CuT, entregándose a planta 16 kt menos de finos respecto a lo planificado, lo cual representa una desviación de un 22%. Por otro lado, se pudo observar que, en el tiempo se cumple el objetivo de abastecer a la planta con el mineral planificado, existiendo una diferencia poco significativa entre la realidad operativa respecto a lo planificado.

*Tabla 1. Brecha de producción entre promesa de valor y operación de la mina.*

Año	Planificado			Real			Diferencia		
	KTMS	% Cu T	Fino (kCu)	KTMS	% Cu T	Fino (kCu)	KTMS	% Cu T	Fino (kCu)
2010	552	1,7	9	314	1,36	4	-238	-0.3	-5
2011	600	1,78	11	602	1,47	9	2	-0.3	-2
2012	600	1,78	11	601	1,4	8	1	-0.4	-2
2013	600	1,7	10	664	1,08	7	64	-0.6	-3
2014	600	1,45	9	670	0,99	7	70	-0.5	-2
2015	600	1,51	9	634	1,14	7	34	-0.4	-2
2016	600	1,57	9	569	1,18	7	-31	-0.4	-3
2017	309	1,21	4	595	1,15	7	285	-0.1	3
Total	4.461	1,61	72	4.650	1,21	56	189	-0.4	-16

Al revisar la curva tonelaje-ley de los recursos minerales del proyecto, para haber obtenido una ley media de alimentación a planta de 1,21% CuT, tuvo que haberse producido alguna de las siguientes situaciones:

- Ejecución del diseño minero entorno a una envolvente económica que considerara una ley de corte excesivamente baja para la explotación económica de una mina subterránea (0,3% CuT).
- Excesiva dilución operativa en la extracción de las unidades de explotación.
- Mezcla de minerales con lastre interior mina o cancha de acopio.

Una de las causas que puede explicar este nivel de desviación, es que el operador minero, debido a que tenía la responsabilidad de actualizar el modelo geológico, el diseño, y la planificación minera, fue orientando la explotación de acuerdo con sus intereses y no los de ENAMI. El operador minero, al estar a cargo de las definiciones estratégicas de la explotación, tuvo la facultad de reorientar la explotación y poder negociar disminuciones de entrega de leyes mínimas de mineral, de tal manera, que no fueran aplicadas penalizaciones a la tarifa ofertada en su propuesta original.

Se debe contemplar que esta disminución de la ley no se produjo por una incorrecta caracterización del yacimiento, sino que por un aumento en el tamaño de las unidades de explotación. Un antecedente relevador es que se terminaron extrayendo 8 unidades de explotación de las 39 consideradas en el proyecto original, obteniéndose un tonelaje similar, pero con una disminución de la ley de 0,4% CuT.

En la Figura 7 se puede apreciar, en la parte superior el diseño original, y en la inferior, el estado actual de la faena en verde y en azul la proyección de la explotación. Es manifiesta la diferencia entre las múltiples unidades de explotación consideradas en el diseño y la reducida cantidad de caserones de la situación real.

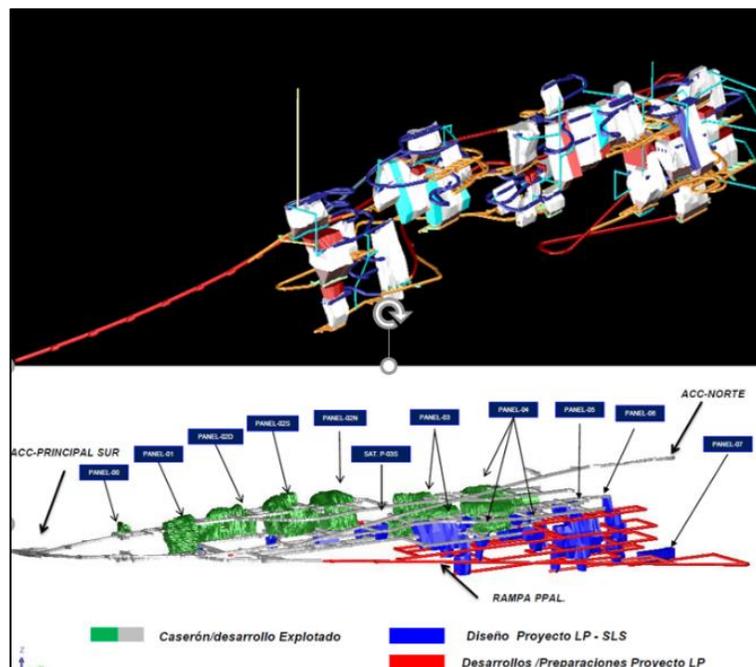


Figura 7. Diseño original del proyecto contrastado con realidad operativa.

Al realizar un análisis de la causa de las desviaciones del diseño y de las leyes obtenidas, se puede inferir que estas se produjeron por los siguientes motivos: 1) externalización de una parte central del negocio, como lo es la geología, el diseño y la planificación minera, y 2) falta de control exhaustivo de las áreas que definen el negocio minero.

ENAMI al no configurar una contraparte técnica, que realizara revisiones y controles de los planes de producción, no logró orientar la explotación de acuerdo con los objetivos inicialmente definidos, y dejó en poder del operador la definición estratégica del consumo de reservas de la mina.

#### 5.2.2. Preparación y Desarrollos.

Los metros de preparación y desarrollo efectuados en una mina son fundamentales para la explotación de una mina, por cuanto permiten acceder a distintos sectores, confiriéndole flexibilidad operativa a la planificación de la producción. Estas labores son las que permiten generar mineral a la vista, que corresponde a la mineralización disponible para la extracción en un horizonte de mediano plazo.

Al analizar la brecha entre el desarrollo comprometido en el plan original y lo efectivamente realizado en la operación se observa que no se cumplieron los compromisos contraídos. En Tabla 2 se puede apreciar que en los años de operación se dejaron de ejecutar aproximadamente 4,6 km de galerías que estaban contempladas ejecutar, lo cual representa una desviación de 41% de metros de desarrollo. ENAMI al no establecer un control oportuno respecto a los desarrollos terminó favoreciendo la utilidad del operador minero, quién logró ahorrar los costos que hubiera incurrido al ejecutar estas labores comprometidas en el plan original.

*Tabla 2. Brecha de preparación y desarrollo entre proyecto y operación.*

Año	Proyecto			Real			Diferencia		
	Preparación	Desarrollo	Total	Preparación	Desarrollo	Total	Preparación	Desarrollo	Total
2009	-	-	-	440	997	1,437	440	997	1,437
2010	845	1,779	2,624	951	1,033	1,984	106	- 746	- 640
2011	899	2,168	3,067	1,782	906	2,688	883	- 1,262	- 379
2012	1,177	1,573	2,750	1,249	615	1,864	72	- 958	- 886
2013	893	1,944	2,837	1,255	336	1,591	362	- 1,608	- 1,247
2014	1,534	1,266	2,800	1,038	228	1,266	- 496	- 1,038	- 1,534
2015	1,875	570	2,445	1,571	394	1,965	- 304	- 176	- 480
2016	1,182	978	2,160	1,565	979	2,544	383	1	384
2017	1,205	805	2,010	974	950	1,924	- 231	145	- 86
Total	9,610	11,083	20,693	10,825	6,437	17,262	1,215	- 4,646	- 3,431

Un aspecto por destacar es que, pese a la menor cantidad de desarrollos efectuados por el operador, este incumplimiento no afectó en la disponibilidad de mineral para alimentar a planta, y se siguió cumpliendo con la cantidad contemplada en el contrato. Esto que pareciera ser contradictorio, se explica por el aumento del tamaño de las unidades de

explotación, y la consecuente dilución planificada de la ley entregada a planta, lo cual le permitió al operador minero disminuir su índice de preparación y desarrollo, favoreciendo su rentabilidad.

Esto evidencia que hicieron los caserones más extensos que los proyectados inicialmente, y por consecuencia, se diluyeron las leyes de mineral. En definitiva, ocurrió que el operador minero, aumentó los metros de preparación en desmedro de los metros de desarrollo, debido a que las preparaciones le reportan ingresos a diferencia de los desarrollos, que es material que va directamente a botadero.

El operador minero al no realizar 4.6 km de galerías, generó un ahorro de aproximadamente 50 m/mes, lo cual le significó incurrir en menores costos para cumplir la producción requerida por el contrato. Considerando los costos de labores publicados por Cochilco, indicados en la Tabla 3, significó al operador un ingreso mensual adicional de aproximadamente US\$ 117.000, que llevado al costo mina corresponde una disminución de 2,3 US\$/t aproximadamente. Esto hace que al percibir el mismo ingreso por tonelada y tener un gasto menor, la utilidad del operador supere con creces lo ofertado en la propuesta económica original.

*Tabla 3. Costos Unitarios desarrollo Horizontal.*

SECCIÓN	TIPO DE FORTIFICACIÓN			
	sin fortificación	Perno	Perno + Malla	Perno+ malla + shotcrete
3,0x3,0	1,15	1,651	1,943	2,223
4,0x4,0	1,228	1,819	2,409	3
5,0x5,0	1,351	2,355	3,26	4,105
6,0x6,0	S/I	S/I	S/I	4,789
7,0x7,0	2,645	3,836	4,767	6,068

La estrategia de disminuir los metros de desarrollo y aumentar el tamaño de los caserones, le permitió al operador minero obtener un mayor margen, y a su vez extender el horizonte de explotación de la mina. Este escenario que, a priori, pareciera ser beneficioso para el mandante, resultó ser un perjuicio, por cuanto se llegó a extraer sectores que son económicamente inviables.

La brecha existente en las preparaciones y desarrollos nuevamente evidencia una falta de control por parte de ENAMI. Uno de los motivos de estas desviaciones en los desarrollos es el inexistente control topográfico de las labores realizado y la falta de facultades efectivas en la gestión del contrato. El control sistemático de avance de las labores debieran ser una consideración central para una buena dirección de futuras minas bases.

### 5.2.3. Actividades Geológicas.

Otro aspecto relévate que es preciso abordar para incorporar mejoras en futuras vinculaciones es el control de la ejecución de sondajes. Esta actividad debiera

considerarse crítica para el buen desarrollo de la explotación, por cuanto permite confirmar la cantidad y calidad de la mineralización, antes de realizar la definición de las unidades de explotación.

La propuesta del operador minero, atendiendo a la racionalidad técnica, contemplaba la ejecución de sondajes por un monto equivalente a 2.38 MUS\$ durante la vida de la mina, lo cual corresponde a aproximadamente 20.000 m de sondajes en toda la explotación, resultando en un promedio de 2.500 m/mes. Estas labores tenían como objetivo confirmar los 39 caserones considerados en el proyecto original, además de analizar la continuidad de la mineralización en profundidad para aumentar la vida útil del yacimiento. Las actividades geológicas, en el corto plazo, además eran apoyadas por la ejecución de zanjas y canaletas para una buena definición de la explotación.

Estos compromisos fueron cumplidos solo parcialmente, pues el operador minero, aduciendo una escasez de equipos en el mercado, ejecutó tan solo 3.000 m existiendo un déficit de aproximadamente 17.000 m, cuyo valor económico equivale aproximadamente a MMUS\$ 2. En su defecto, fueron ejecutados “sondajes de barros”, los cuales además de no representar un estándar para la actualización de un modelo geológico y modelo de bloques, no permite adelantarse a la definición del diseño de caserones que se explotarán en el mediano plazo.

De este modo, el operador minero fue construyendo su modelo geológico, en base a información no certificada, lo cual le permitió ir configurando los distintos escenarios que facilitaron las constantes disminuciones de la ley entregadas a ENAMI, quien por no poseer ni la capacidad técnica ni la estructura organizacional pertinente, no pudo gestionar los cambios al alcance del servicio.

Con todo, queda de manifiesto que no existieron los elementos objetivos suficientes para reorientar la explotación desde un punto de vista técnico económico, sino que simplemente el operador minero fue estableciendo una base subjetiva que le permitió ir proponiendo escenarios favorables para sus fines. Para lograr aquello, tuvo a su favor la falta de involucramiento de ENAMI, quien no dispuso de un staff de ingeniería para supervisar la promesa de valor y participar en la toma de decisiones.

En este caso también se aprecia una falta de control de ENAMI de los compromisos asumidos por el operador minero. Esto denota la escasa relevancia que se le confirió a los trabajos geológicos, los cuales son fundamentales para la planificación estratégica del negocio. En definitiva, se optó por tomar una postura contemplativa, suponiendo que, el cumplimiento de los compromisos indicados en la oferta económica del operador, se conseguirían pese a no involucrarse en la operación.

### **5.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CONTRATO.**

Para tener una estimación del perjuicio generado por la disminución de la ley respecto al proyecto original, se realiza una evaluación del impacto económico de la desviación. Para ello, fueron consideradas tanto las variables endógenas a la operación que impactan los

ingresos: Producción mina y ley del mineral, como la variable exógena a la operación, constituida por el precio del cobre, que para efectos de la medición se utilizó el precio real anual de la Bolsa de Metales de Londres.

La evaluación contempla los siguientes dos escenarios a ser contrastados:

- Escenario 1: Considera el tonelaje y la ley de la conceptualización original del proyecto.
- Escenario 2: Considera el tonelaje y ley real obtenidos por la operación entre los periodos 2010-2017.

Ambos escenarios consideran los mismos valores unitarios de los egresos, siendo distintos en los montos globales producto de la diferencia en los niveles de producción.

### 5.3.1. Escenario 1

Este escenario, expuesto en la Tabla 4, considera la evaluación del programa de producción del proyecto original a los precios reales del periodo según la bolsa de metales de Londres. Bajo estos términos se hubiera obtenido un flujo de caja nominal de MMUS\$ 80, que traídos a valor presente se reducen a MMUS\$ 39.

Tabla 4. Desarrollo valorización proyecto original.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Abastecimiento Panulcillo												
Produccion	TMS	-	-	552,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	309,420	
Ley Cu	%			1.70%	1.78%	1.78%	1.70%	1.45%	1.51%	1.57%	1.21%	
Precio Cu	USD/lb			3.42	4.00	3.61	3.32	3.11	2.49	2.21	2.80	
<b>+</b>	<b>Ingresos Cu</b>	KUSD	-	-	56,452	76,135	68,083	59,420	47,180	38,288	34,599	18,022
<b>-</b>	<b>Costo Planta</b>	KUSD	-	-	14,446	15,702	15,702	15,702	15,702	15,702	15,702	8,098
<b>-</b>	<b>Costo Mina</b>	KUSD	-	-	10,819	11,760	11,760	11,760	11,760	11,760	11,760	6,065
<b>-</b>	<b>Costo Transporte</b>	KUSD	-	-	573	652	652	623	532	554	575	229
<b>=</b>	<b>Utilidad Operacional</b>	KUSD	-	-	30,613	48,020	39,969	31,335	19,187	10,273	6,561	3,631
<b>-</b>	<b>Impuesto</b>	KUSD	-	-	12,945	21,649	17,623	13,306	7,232	2,775	919	546
<b>=</b>	<b>Utilidad Di</b>	KUSD	-	-	12,945	21,649	17,623	13,306	7,232	2,775	919	546
<b>=</b>	<b>Flujo de Caja</b>	KUSD	-	14,133	-	21,144	-	16,997	10,931	5,637	3,780	17,523
<b>VAN</b>		<b>KUSD</b>	<b>39,233</b>									

### 5.3.2. Escenario 2

Este escenario, expuesto en la Tabla 5, considera la producción real de la mina durante los años de explotación a los precios reales del periodo según la bolsa de metales de Londres. Las disminuciones de la ley y las pequeñas variaciones del tonelaje respecto a los valores originales de la ingeniería generan un flujo nominal de MMUS\$ 47, viéndose afectado de manera importante el VAN percibido por ENAMI, que en este caso se reduce a MMUS\$ 7.

Tabla 5. Desarrollo valorización realidad operativa.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Abastecimiento Panulcillo													
Produccion	TMS			314,380	601,622	601,019	664,192	670,283	634,018	569,276	594,748		
Ley Cu	%			1.36%	1.47%	1.40%	1.08%	0.99%	1.14%	1.18%	1.15%		
Precio Cu	USD/lb			3.42	4.00	3.61	3.32	3.11	2.49	2.21	2.80		
<b>+</b>	<b>Ingresos Cu</b>	KUSD	-	-	25,721	63,045	53,640	41,788	35,986	30,545	24,673	32,923	
<b>-</b>	<b>Costo Planta</b>	KUSD	-	-	8,227	15,744	15,729	17,382	17,541	16,592	14,898	15,565	
<b>-</b>	<b>Costo Mina</b>	KUSD	-	-	6,162	11,792	11,780	13,018	13,138	12,427	11,158	11,657	
<b>-</b>	<b>Costo Transporte</b>	KUSD	-	-	261	540	514	438	405	442	410	418	
<b>=</b>	<b>Utilidad Operacional</b>	KUSD	-	-	11,070	34,969	25,617	10,950	4,902	1,085	1,794	5,284	
<b>-</b>	<b>Impuesto Primera Categoría</b>	KUSD	-	-	3,174	15,123	10,447	3,113	90	1,819	3,258	281	
<b>=</b>	<b>Utilidad Di</b>	KUSD	-	-	3,174	15,123	10,447	3,113	90	1,819	3,258	281	
<b>=</b>	<b>Flujo de Caja</b>	KUSD	-	14,133	-	21,144	-	14,146	6,715	3,684	997	334	18,095
<b>VAN</b>		<b>KUSD</b>	<b>7,762</b>										

Al comparar ambos escenarios se puede observar que, si bien el tonelaje total del escenario 2 aumenta en un 4% con respecto al 1, la menor producción de cobre fino por disminución de la ley de mineral alimentado a planta hizo disminuir el VAN del proyecto en un 80%.

La relevancia y el impacto de las leyes en el negocio es más fácil de asimilar si se cuantifica marginalmente su efecto sobre los ingresos. En la Tabla 6, se muestra el impacto marginal que tiene en el beneficio percibido por ENAMI una disminución de la ley a distintos precios. A modo de ejemplo, a un precio de 2,8 US\$/lb, una disminución de la ley de 0,1% Cu T, afecta el beneficio marginal de ENAMI en US\$ 4,92, lo cual se traduce en un impacto mensual de US\$ 245.000 de flujos, si se considera la producción promedio de 50.000 toneladas mensuales de Panulcillo.

*Tabla 6. Variación del margen por disminuciones marginales de la ley.*

<b>Precio</b>	<b>Variación Beneficio por 0.1% Cu T</b>	<b>Ritmo Explotación 50,000 t/mes</b>
250	4,33	216.301
260	4,52	226.168
270	4,72	236.036
280	4,92	245.903
290	5,12	255.770
300	5,31	265.637
310	5,51	275.505
320	5,71	285.372
330	5,90	295.239
340	6,10	305.106
350	6,30	314.973

En definitiva, queda en evidencia que el control de la ley es un factor crítico para el contrato, por lo cual requiere del mayor involucramiento de ENAMI en los controles que hagan factible que se cumpla la promesa de valor pretendida por la empresa al desarrollar y explotar las minas bases asociadas a sus planteles metalúrgicos. Estas definiciones deben necesariamente ser orientadas por ENAMI, por cuanto, el diseño y la planificación minera al tener como valores de entrada la estructura de costos de la empresa, requiere que las definiciones económicas sean tomadas por el mandante. Esto para evitar que se extraigan sectores que no cumplen con las leyes que no pagan los costos de producción, procesamiento y comercialización del cobre, y afecten la rentabilidad de la empresa.

#### **5.4. ANÁLISIS DE TARIFA DE PAGO**

ENAMI para resguardar la promesa de valor establecida en los estudios de factibilidad, refrendados por el operador en su propuesta de técnica, establecía en el contrato una tarifa de pago que contemplaba descuentos por menores leyes de entrega. De este modo, se consignaba que el operador minero recibiría el valor ofertado por tonelada de mineral alimentada a planta, cuando las entregas se encontraran en un rango de leyes, y luego

se aplicarían descuentos cuando las entregas estuvieran bajo la ley mínima de 1,45% CuT.

De este modo, ENAMI pretendía establecer un desincentivo para que el operador minero evitara realizar diluciones de ley que pudieran perjudicar la renta del negocio, y lo hacía participe en asumir el riesgo de la ley, entendiendo que, al llevar la planificación minera, era parte de su servicio cumplir el plan minero de largo plazo bajo el cual se constituyó la relación contractual.

Al realizar un análisis de la tarifa, se puede constatar que ENAMI penalizaba el pago al operador en 1,181 US\$/t por cada 0,1% de CuT bajo la ley mínima estipulada. Así, en caso de entregas mensuales de 50.000 toneladas con ley de 1,35% CuT, se aplicaría un castigo de 59.050 US\$, valor que aumentaba a US\$ 118.100 si esa ley disminuía a 1.25%. De este modo, de los 5 US\$/t, no percibidos por ENAMI por entregas bajo programa de 0.1% CuT, el operador minero, conceptualmente, asumía un 23% de la pérdida y los restantes 87% los asumía el mandante.

Ahora bien, se debe tener presente que el operador minero, debido a que llevaba el control de la planificación y actualización de la información geológica, fue negociando disminuciones mínimas de entrega de mineral, lo cual le permitió no quedar afecto a penalizaciones, sufriendo el impacto directamente ENAMI. A este escenario contribuyó de manera relevante, la falta de una contraparte técnica de ENAMI que pudiera evaluar los cambios al alcance de la ingeniería presentada por el operador minero.

Como se puede apreciar en las líneas precedentes, si bien la tarifa conceptualizaba de manera correcta el castigo por disminución de ley, no consideraba la incorporación de otras variables de control que desincentivaran la desviación de los programas de producción. Una debilidad al respecto es no haber incorporado los siguientes elementos: penalizaciones por incumplimiento de metros de desarrollos, penalizaciones por incumplimiento de actividades geológicas, y de todos los otros compromisos que en su propuesta presentaba el operador minero; personal y equipos mineros.

#### 5.4.1. Tarifa y desarrollos.

En minería subterránea de mediana escala existe la práctica cortoplacista de reducir los costos de explotación a costa de la construcción de desarrollos, los cuales deben ser posteriormente recuperados, con gastos o inversiones, para recuperar los sectores postergados.

La incorrecta definición de los incentivos en la tarifa trajo como consecuencia para ENAMI, el aumento del tamaño de las unidades de explotación, lo cual permitió al operador minero ejecutar menor cantidad de metros de desarrollos e igualmente cumplir con el tonelaje de mineral exigido para recibir su tarifa íntegramente.

Ello, da cuenta del error en la conceptualización de la tarifa, por cuanto el operador minero, pudiera tener el incentivo de asumir la pérdida de los castigos por entregas de mineral con leyes inferiores a las exigidas, y en su defecto evitar construir menos metros de desarrollo para compensar las pérdidas. A modo de ejemplo, el operador minero

podría disminuir el programa mensual de desarrollo en 50 metros, lo cual le reportaría un ahorro de US\$ 130.000, y justificar la entrega de una ley de 1.25%, que como vimos genera un castigo de US\$ 118.100. Con esto el operador lograría ganar a nivel mensual y también como proyecto global, pues lograría aumentar el tonelaje a ser explotado durante la vida de la mina, perjudicando al dueño del yacimiento, quien paga la extracción de minerales de sectores que son económicamente inviables. La incorporación en la tarifa de compromisos de construcción de desarrollos evitaría la posible existencia de este trade off.

La incorporación de los desarrollos en la tarifa incentivaría el cumplimiento de los metros programados, permitiría una buena planificación de la producción e inhibiría el aumento del margen del contratista por la ejecución de menores desarrollos. En definitiva, sería beneficioso para ENAMI, pues evitaría perjuicios en la rentabilidad del negocio, y evitaría postergar reservas que le permiten una mayor flexibilidad en la operación de la mina.

## **5.5. ANÁLISIS DEL EQUIPO A CARGO DE CONTROL DEL CONTRATO**

Una de las causas principales de las brechas existentes entre la explotación de la mina y promesa de valor lo constituye la débil estructura organizacional asignada al control del contrato.

Para el control de un contrato de aproximadamente 12 MUS\$ anuales, ENAMI dispuso de un equipo exiguo, que no fue capaz de poder ejercer las facultades que le permitía el contrato. Se dispuso de un administrador de contrato, liderado por el superintendente de la mina, y una red de apoyo de dos profesionales, cuyas capacidades técnicas estaban orientadas al control operacional y seguridad de la mina, y no precisamente al seguimiento de los aspectos estratégicos vinculados al contrato, como lo son la revisión de los planes de producción propuestos por el Operador.

De este modo, las facultades otorgadas por el contrato terminaron siendo una carga burocrática, en la cual ENAMI se restringió a revisar aspectos globales de los planes, sin proponer una alternativa a los diseños, a la secuencia de extracción y requerimiento de los desarrollos de la mina comprometidos. Del mismo modo, ENAMI tampoco logró consensuar un modelo de bloques de corto plazo, por cuanto nunca pudo hacer seguimiento a la base de actualización geológica del yacimiento.

En lo particular, la falencia de ENAMI fue no disponer de un equipo de geología e ingeniería de proyectos mineros, que pudieran actuar como contraparte técnica a los planes presentados por el contratista, así como tampoco, se contempló un apoyo por un grupo de asesores constantes, que estuvieran familiarizados con las características de la mina, y por consiguiente pudieran recomendar planes de acción alternativos a los presentados por el operador minero.

Esta estructura liviana fue contemplada por ENAMI, considerando que una modalidad de contrato a suma alzada exige una menor rigurosidad en los controles, pero por la complejidad de una explotación minera, independiente de su escala, es imprudente no disponer de los profesionales oportunos para el seguimiento o ejercicio de las facultades establecidas.

Un inconveniente de ENAMI es que asumió que le bastaba con establecer los requisitos específicos de ingeniería al inicio de la relación contractual, para que el operador pudiera incorporar en su propuesta todas las consideraciones del proyecto, pero no contempló los requerimientos de ingeniería durante el desarrollo del contrato para reorientar los imponderables que se fueran presentando. De este modo, no se tuvo capacidad de anticipación, respecto a posibles cambios que pudieran presentarse en las condiciones establecidas en el año cero.

La estructura organizacional de ENAMI debería haber sido coherente con el valor y riesgo asociado al cumplimiento de las consideraciones estratégicas del contrato.

## **5.6. CONCLUSIONES DEL MODELO DE NEGOCIO PANULCILLO**

La promesa de valor del proyecto no pudo ser cumplida por cuanto ENAMI no dispuso de las herramientas de control necesario para realizar el seguimiento de los planes de producción.

La estructura organizacional establecida para el control del contrato no fue efectiva para realizar seguimiento a las consideraciones estratégicas establecidas en el contrato: Plan de producción, plan de desarrollos, plan de exploraciones y seguimiento topográfico de la mina. ENAMI, atendiendo a modalidad contractual de suma alzada, optó por disponer un equipo liviano, al cual no lo dotó de conocimientos en geología y planificación minera.

ENAMI al no configurar una contraparte técnica, que realizara revisiones y controles de los planes de producción, no logró orientar la explotación de acuerdo con los objetivos inicialmente definidos, y dejó en poder del operador la definición estratégica del consumo de reservas.

La tarifa considerada, no contemplaba un desincentivo para evitar la dilución planificada de la ley y, adicionalmente, no incorporaba penalizaciones por el incumplimiento de los compromisos presentados por el contratista. Al respecto, ENAMI debería haber considerado una forma de control para descontar las obras que no se realizaran, pues más allá del impacto en la rentabilidad del operador, los efectos repercutieron en los resultados del dueño de la mina.

Si bien conceptualmente el modelo de suma alzada supone una menor supervisión y una transferencia de los riesgos al operador minero, la realidad operativa del contrato mostró que en muchas ocasiones los perjuicios los asume el mandante cuando existe un débil control. Existen tareas que no pueden ser 100% delegables en el operador minero: como la política de leyes de corte, los niveles de producción, y desarrollo de la mina.

El análisis evidencia que no es sensato para el mandante, independiente de la modalidad contractual, no involucrarse en los controles estratégicos pertinentes de la exploración y explotación. Dejar en libertad de acción al contratista y limitarse a controles del producto final, no permite obtener resultados satisfactorios del negocio.

Los resultados de la explotación de la mina han demostrado que el esfuerzo no debe centrarse exclusivamente en una buena conceptualización de la idea antes de iniciar la operación, donde se supone que existe más influencia del mandante, sino que debe

existir un equipo que permita, permanentemente, reorientar los esfuerzos al cumplimiento de la promesa de valor.

La asignación incorrecta de riesgos, y la débil gestión de los contenidos de los acuerdos comerciales demostraron ser perjudiciales en la generación de valor para ENAMI.

En un contrato estratégico, como lo es la explotación íntegra de una mina, resulta fundamental la habilidad y competencias de los profesionales representantes del mandante en el diseño, ejecución y control de contratos. Debe existir la capacidad de representación del dueño y conocimiento absoluto del proyecto.

Existen dos aspectos centrales que evidencian la debilidad del modelo:

- Tarifa con desincentivos incorrectos: Enfoque solo en entrega de tonelaje asociado a leyes, sin contemplar castigos relativos al desarrollo e incumplimiento de compromisos geológicos, de disponibilidad de equipos y personal comprometido.
- Estructura de control insuficiente: El control del contrato está a cargo de una superintendencia, que no tiene capacidad de incidir en los resultados de la explotación, quedando su rol disminuido a un resguardo de la seguridad y medio ambiente, pero con poca capacidad de incidir en los resultados del negocio minero.

## 6. ESTUDIO ESTRATÉGICO DE LA OPERACIÓN

### 6.1. ANÁLISIS FODA DINÁMICO.

Para realizar el análisis FODA dinámico se realizaron tres jornadas de trabajo entre los encargados de la supervisión del contrato de Panulcillo y el equipo de ingeniería a cargo de establecer los requisitos y habilitadores para un buen control del futuro contrato de explotación para la mina abastecedora de planta El Salado. Las reuniones tuvieron el siguiente desarrollo:

- **Primera Reunión “Kick of miting”:** La convocatoria tuvo como objetivo realizar una lluvia de ideas respecto al contrato de explotación de mina Panulcillo. En ella participaron el equipo controlador del contrato: Superintendente de la mina, jefe de operaciones, y el Experto de seguridad y medio ambiente, y el equipo de la Unidad de Desarrollo minero: jefe de la Unidad, dos ingenieros de proyectos mineros y dos geólogos. Cada uno de los participantes pudo indicar los aspectos que son susceptibles a mejorar en el contrato y los aspectos que están bien logrados. El total de los aportes fueron conceptualizados dentro del esquema de Fortalezas y Debilidades, independiente que estos constituyeran un consenso dentro del equipos.
- **Segunda reunión de análisis:** El listado de las fortalezas y debilidades, fueron abordados por un grupo de discusión, que incorporó al superintendente de la mina, al jefe de la Unidad de Desarrollo minero, un ingeniero de proyecto y un geólogo Senior. En esta instancia, el listado generado en la primera reunión fue priorizado y reducido a aquellos que tienen más incidencia sobre los resultados estratégicos del negocio. Estos se sustentaron en la experiencia y juicio experto de los participantes de la instancia.

- **Tercera Reunión de cierre:** Se presentaron los resultados de las instancias anteriores, profundizando sobre cada uno de los elementos priorizados.

## 6.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FODA DINÁMICO.

Los resultados de este proceso de trabajo en equipo y análisis, sumado al análisis de situación, constituyen las bases sobre las cuales se elaboran las propuestas de mejoras y consideraciones a incluir en los futuros contratos de explotación requeridos para abordar el desafío estratégico de abastecer las plantas metalúrgicas de la empresa con una mina base.

El listado de las Fortalezas y Debilidades tanto del punto de vista operacional, organizacional y administrativo fueron abordados de acuerdo con el esquema presentado en la Figura 8. De acuerdo con este enfoque las fortalezas del contrato actual se constituyen como metas que se deben mantener en los contratos futuros y las debilidades actuales se constituyen como problemas, sobre los cuales se deben plantear soluciones que se constituirán como metas u oportunidades de los contratos futuros.

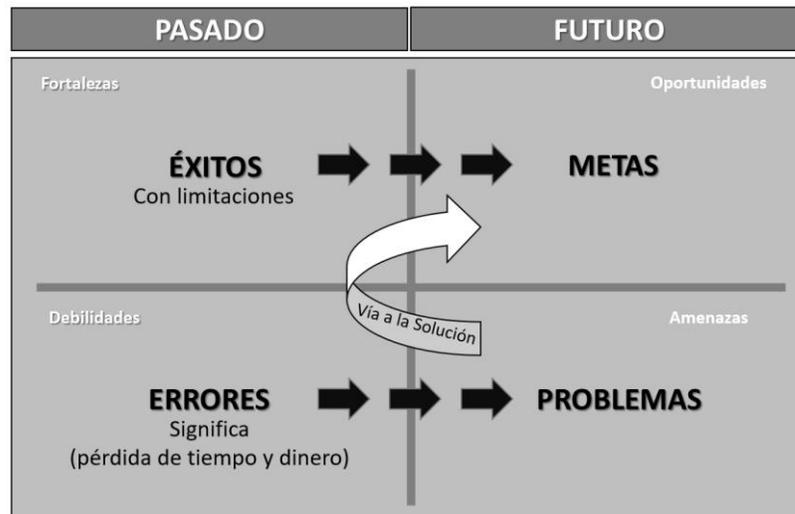


Figura 8. Esquema FODA dinámico.

### 6.2.1. Fortalezas

El resumen de las principales fortalezas detectadas del contrato de explotación de mina Panulcillo, están indicadas en la Figura 9:

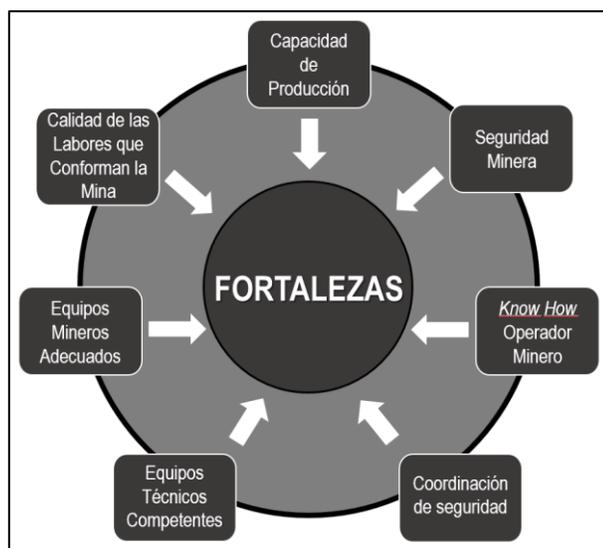


Figura 9. Fortalezas contrato explotación.

La explicación de cada una de ellas se puede apreciar en el siguiente listado:

- **Capacidad de Producción:** La operación ha mostrado capacidad de cumplir con el tonelaje necesario para asegurar el abastecimiento planificado a la planta metalúrgica. Esto ha permitido que la planta Delta tenga los costos operativos más competitivos de la empresa, favoreciendo la labor de fomento en la IV región. Parte central de esta fortaleza, está justificada en que la tarifa del operador minero se establece por tonelada de mineral alimentada a planta y en las exigencias contractuales respecto al listado de equipos mínimos que necesita la explotación.
- **Seguridad minera:** Los procedimientos de seguridad han permitido tener un buen desempeño respecto a indicadores de seguridad. A esta realidad han contribuido el trabajo integrado entre mandante y colaborador, las políticas de seguridad del operador minero, las políticas de seguridad de ENAMI, los protocolos de seguridad y la cultura de seguridad proactiva. La mina cuenta con brigada de emergencia, se realizan simulacros de evacuación, simulacros de incendio, salidas de emergencia bien habilitadas, refugios bien equipados y la seguridad está integrado a los procesos de explotación minera. Cuenta de esta realidad la han demostrado las inspecciones de SERNAGEOMIN, las cuales han sido resueltas de manera satisfactoria.
- **Know How operador minero:** El operador minero tiene experiencia y conocimiento en explotación de minas. En términos generales sus procesos de ingeniería como operacionales se circunscriben a prácticas generalmente aceptadas en la mediana minería. Al respecto, el proceso de selección del explotador de ENAMI fue acertado en exigir experiencia demostrable en minería por parte de la empresa, de los profesionales y de los operadores que la constituyen. Esta empresa cuenta con certificaciones de su sistema integrado de gestión de la calidad: OHSAS 18001, NCH 18001.
- **Coordinación de seguridad:** Se ha logrado establecer una relación de colaboración respecto a las condiciones que pudieran devenir en accidentes. Los

hallazgos de las inspecciones realizadas por ENAMI: liderazgo visible, inspecciones diarias, son subsanadas por el operador minero proactivamente. Para estos fines se cuenta con la plataforma de gestión de riesgos, Antirion, donde se procede con el proceso de investigación de incidentes, para continuar con el proceso de análisis y terminar con los planes de acción y seguimiento para realizar el cierre.

- **Equipos técnicos competentes:** La estructura organizacional del operador minero es competente y pertinente para los fines establecidos en el contrato. Esta capacidad ha resultado ser fundamental para el abastecimiento, cumplimiento de políticas y procedimientos de seguridad, y calidad de las labores. Para mantener esta fortaleza se deberá incorporar facultad del mandante de autorizar profesionales claves de la empresa colaboradora.
- **Equipos mineros adecuados:** La mina cuenta con los equipos en cantidad y calidad para lograr el nivel de producción requerido, incluso existiendo la capacidad para poder aumentar la extracción de mineral. Esta posición fue posible gracias a las exigencias establecidas respecto a la antigüedad máxima de los equipos y el listado mínimo de establecido para el operador minero, aspectos que deberán mantenerse en la nueva operación.
- **Calidad de las labores que conforman la mina:** Las labores de la mina han sido construida de acuerdo con la calidad requerida y cualquier desviación respecto a sección, sobre-excavación, carpeta de rodados, fortificación, ha sido subsanada una vez que ENAMI comunica en el libro de obras los hallazgos de las inspecciones. En este punto han sido fundamentales los procedimientos de operación, las inspecciones diarias realizadas por el jefe de operaciones, y la experiencia del operador minero.

#### 6.2.2. Debilidades.

El resumen de las principales debilidades detectadas del contrato de explotación de mina Panulcillo, están indicadas en la Figura 10:



Figura 10. Debilidades contrato de explotación.

La explicación de cada una de ellas se puede apreciar en el siguiente listado:

- **Trabajo colaborativo:** El contrato tiene espacios limitados de trabajo técnico conjunto respecto a los objetivos estratégicos del negocio contenidos en la planificación minera. En cada oportunidad que ENAMI ha tenido oportunidad de proponer espacios de mejora respecto a la planificación minera, se han generado conflictos y ha existido la amenaza de resolver las diferencias por la vía judicial. Todo esto ha traído como consecuencia un detrimento en las comunicaciones, y poca capacidad de generar sinergia en la explotación de la mina, llegando a reducir todo a lo formalmente establecido en el contrato. Esta dinámica, fue la que impidió que por muchos años la empresa no pudiera contar con información de la explotación para llevar un control más efectivo.
- **Estructura organizacional del mandante:** ENAMI adolece de un equipo técnico que pueda resguardar los aspectos estratégicos del negocio. Aduciendo que el tipo de contrato no precisa de una supervisión intensiva, se determinó como innecesario la disposición de un equipo controlador y de aseguramiento de la calidad que permitiera resguardar la promesa de valor o proponer mejoras para enfrentar circunstancias dinámicas de la explotación de una mina. Desde una óptica crítica ENAMI es corresponsable en que no se hayan cumplido los requerimientos, por cuanto se desentendió de los aspectos estratégicos de la explotación de la mina, abocando su actividad a controlar aspectos que no están vinculados a los resultados económicos del negocio.
- **Gestión del conocimiento:** Debido a las limitantes en acceso a la información de la explotación, al poco involucramiento en la explotación, el escaso personal disponible, y la rotación existente en la superintendencia, no se ha logrado incorporar know how respecto a la explotación de la mina. El conocimiento y la

experiencia adquirida ha estado relacionada al control de la operación y los aspectos vinculados a la seguridad, elementos en los cuales ENAMI se ha involucrado de manera directa en el contrato. En los demás aspectos, vinculados a ingeniería, como la Geología, Planificación y diseño minero, no se ha desarrollado un conocimiento técnico que sirva de experiencia para los nuevos contratos de explotación de la empresa.

- **Manejo solicitudes de cambio:** La falta de acceso a información de la explotación, y un equipo técnico reducido imposibilitaron que ENAMI pudiera ejercer su rol como contraparte técnica frente a las modificaciones del contrato. Esto generó como consecuencia que no se cumpliera con los indicadores económicos establecidos en el proyecto original. Un elemento relevador de la inexistencia de manejo de solicitudes de cambio es que la empresa no cuenta con un registro de los documentos que sustentan las modificaciones establecidas en el contrato.
- **Manejo de las penalizaciones:** El mal manejo de cambios en el alcance, imposibilitó que ENAMI pudiera ejercer las penalizaciones contempladas en el contrato por las pérdidas asociadas al incumplimiento de los finos, o que pudiera negociar una disminución de la tarifa asociada a la disminución del costo del operador.
- **Trazabilidad de la ley de la mina:** Actualmente ENAMI no realiza un control operacional de la ley que se está obteniendo de los distintos sectores de la mina, quedando restringido a conocer el resultado global que se obtiene una vez que el operador entrega el mineral en planta. Esta limitante no permite hacer seguimiento a las mezclas que se pueda realizar en cancha de mineral. Al respecto, es indispensable contar con un laboratorio químico que procese las leyes de manera oportuna y el personal que pueda recopilar las muestras de la mina.
- **Rotación excesiva del equipo del mandante:** Existe un cambio constante del encargado del control del contrato, lo cual genera un cambio permanente en las directrices del equipo del contrato.
- **Poder de negociación:** La falta del ejercicio de las facultades ENAMI fue debilitando su imagen frente al operador minero, con lo cual se le entregó un espacio de poder. Un aspecto que contribuyó a este escenario es la falta de un comité técnico que hiciera valer la exigencia de compartir los resultados de la operación de la mina, y la firma de un manual de operaciones del contrato que regulara las comunicaciones.
- **Dilución de la ley:** Un aspecto crítico y que debe ser resguardado en esta modalidad contractual es evitar que el operador minero realice mezclas de minerales con materiales que no cumplen con criterios económicos. Dado que el pago de la tarifa es en base al tonelaje, el operador minero se esforzará por disminuir al máximo el material a enviar a botadero, y lo utilizará para mezclas si es capaz de negociar una ley de mineral inferior a la que está en condiciones de entregar el yacimiento. Para enfrentar esta debilidad se requiere establecer incentivos y penalizaciones en los cuales las partes se beneficien de la explotación de una ley planificada, la cual se debe ser rigurosamente establecida en base a parámetros de leyes de corte.

- **Cumplimiento de permisos:** El incumplimiento o desviaciones respecto a los permisos puede conllevar una paralización de la mina, con el consecuente impacto sobre el abastecimiento de la planta procesadora. Una falta de involucramiento de ENAMI en exigir el cumplimiento y actualización de los permisos, la expone a sufrir sanciones por parte de la autoridad, que pueden llegar hasta la paralización de la mina. En el caso de mina Panulcillo, por un incorrecto seguimiento de los permisos, se ha llegado a operar sin el permiso de explotación vigente.

### 6.2.3. Vías de solución.

El resumen de las principales vías de solución detectadas, del contrato de explotación de mina Panulcillo, están indicadas en la Figura 11.



Figura 11. Vías de solución de las debilidades.

La explicación de cada una de ellas se puede apreciar en el siguiente listado:

- **Desarrollar relación estratégica:** Un contrato de explotación, por los montos comprometido, debiera conllevar un vínculo estratégico entre las partes, en el cual se favorezca el desarrollo del operador minero en un horizonte de largo plazo, en la medida que se cumplan los objetivos del negocio. Lamentablemente, no ha existido las intenciones de generar un beneficio mutuo, sino que más bien ha prevalecido una competencia por intereses de tipo económico entre las partes. Al respecto, ENAMI debe en sus nuevas faenas incorporar un nuevo operador que pueda establecerse como alternativa competitiva al único contratista minero que ha tenido la empresa.
- **Control y Aseguramiento de la calidad:** ENAMI tiene una capacidad limitada de realizar una intervención en los procesos que tienen incidencia estratégica en los

resultados del negocio: como lo son la definición del modelo geológico y modelo de bloques, el diseño y la planificación minera, etapas en las cuales se define la base y la estrategia del consumo de reservas para determinar la promesa de cobre fino a alimentar a la planta. Para revertir esta situación, se debe considerar una organización del mandante capaz de ejercer los controles que permitan el cumplimiento de los objetivos del negocio. La premisa de tener los mínimos costos de supervisión, bajo el supuesto de que el contratista se ceñirá a la ingeniería inicial, es una estrategia ingenua, poco eficaz y poco comprometida con los resultados.

- **Control Documental**: No se cuenta con un registro histórico y actualizado de los documentos técnicos y administrativos del contrato: notas técnicas aclaratorias, informes de cambio en el alcance del contrato, registro de cumplimiento de hitos del contrato, informes de planes mineros, informes de modelamiento geológico, y reportes de producción.
- **Control Topográfico**: ENAMI no realiza un control de las labores realizadas por el operador minero, por lo cual no tiene capacidad de verificar el cumplimiento de los metros de preparación y desarrollo, como tampoco para medir las diluciones de la ley no planificada efectuadas.
- **Incorporar requisitos estratégicos**: Se debiera contemplar la exigencia de integrar al proceso de explotación de la mina una cantidad específica de trabajos geológico, que permitan una caracterización en cantidad y calidad del yacimiento, para tener una buena definición de los límites de explotación. Del mismo modo, se debiera exigir una cantidad mínima de metros de desarrollo minero para el alumbramiento de reservas y lograr las flexibilidades operativas. Todo ello, debiera ir asociado a penalizaciones que permitan desincentivar el incumplimiento de los compromisos.
- **Establecer vinculación relacional**: Se debe buscar alinear los objetivos del contratista con los objetivos del mandante en una relación de largo plazo. Para ello, es relevante establecer los incentivos correctos e incorporar espacios de colaboración y trabajo en conjunto en los aspectos estratégicos del negocio. ENAMI no puede desentenderse de la explotación, sino que debe contribuir al éxito del negocio.
- **Incentivos y penalizaciones**: ENAMI debe establecer planes consensuados con el operador minero, en el cual se establezca el compromiso de cobre fino, y se pueda, a partir de ello, establecer la base de la penalización y premios por las leyes de mineral entregadas a planta.
- **Exigir Reportabilidad**: Se debe incorporar un modelo de reportabilidad con los distintos KPI's de los procesos, para controlar aquellos de carácter estratégico y tener conocimiento pormenorizado del desempeño operacional diario. Este reporte permitirá tener información del rendimiento, la disponibilidad mecánica, la utilización, la eficiencia operacional, los metros de preparación y desarrollo, metros perforados, consumo de explosivos, entre otros. Con esto se podrá llevar un control de los indicadores claves de desempeño operacional de los equipos y flotas de los distintos procesos. Un aspecto necesario es incorporar un marco de referencia y definición de tiempo (ASARCO).

- **Realizar control de costos:** Se debe realizar un seguimiento del cumplimiento de la oferta conferida por el mandante en lo relativo al personal indicado como necesario para operar la mina, los equipos mineros comprometidos, la construcción de refugios mineros, la disponibilidad mínima de los equipos, los requerimientos de ventilación artificial, y el plan de cierre, todos los cuales deben descontarse en caso de no concretarse su cumplimiento.
- **Incorporar hitos de control:** Se debe establecer un control de compromisos relevantes, como el cumplimiento de tiempos de la instalación de faena, el acondicionamiento del área de explotación, la aprobación del personal clave en la explotación, los sondajes iniciales de confirmación de recursos, y el informe de levantamiento topográfico general. El incumplimiento de estos compromisos puede comprometer la correcta explotación de la mina en su etapa inicial.

## 7. DEFINICIÓN DE MEDIDAS DE GESTIÓN

Atendiendo a los resultados de la experiencia de ENAMI, que se constituyen como lecciones aprendidas a incorporarse en futuras faenas, en el presente capítulo se establecen los requisitos estratégicos a incorporarse en el contrato y los requerimientos de control operacional que debieran implementarse para lograr un resultado satisfactorio del negocio. Las propuestas irán orientadas a mejorar la actual modalidad de contrato considerada por ENAMI para la explotación de minas bases y, adicionalmente, se sugerirá una nueva modalidad atendiendo a las prácticas utilizadas en mediana minería respecto a tercerización de la explotación de minas.

Entendiendo que la magnitud de las minas bases de ENAMI, se circunscribe a un negocio de mediana minería, el cual se caracteriza por tener fuertes limitantes de capital, las medidas a implementar deben estar orientada a abordar aspectos que tengan repercusiones sobre los conductores estratégicos del negocio.

Como se pudo constatar en los capítulos precedentes ENAMI requiere de la incorporación de mayores requisitos y niveles de control que permitan una mayor rigurosidad en el seguimiento de la promesa de valor. Este enfoque si bien trae como consecuencia la generación de una estructura más pesada, con mayores costos asociados al control, la magnitud del valor en riesgo por una deficiente explotación justifica con creces el esfuerzo.

El mayor involucramiento de ENAMI en el control permitirá gestionar de mejor manera una de las mayores falencias evidenciadas en el contrato de Panulcillo, que tiene que ver con las modificaciones al alcance del proyecto. Con esta configuración, ya no se limitará a controlar el producto final, sino que se extenderá al control a corroborar hitos del proyecto y a participar de actividades estratégicas que constituyen la base de las posibles modificaciones.

### 7.1. MODELO DE GESTIÓN

Durante el ciclo de vida del contrato se deben incorporar actividades de planificación, control y seguimiento, y retroalimentación que guíen los resultados del servicio, en lo

relativo a movilización, ejecución y desmovilización del contrato. Esto permitirá una gestión integral del contrato, con énfasis en el cumplimiento de los objetivos del negocio. La aplicación de esta dinámica iterativa será aplicable a todos los procesos en los cuales ENAMI se involucre en un trabajo colaborativo con el operador minero: proceso de captura de información geológica-geotécnica, proceso de modelamiento geológico y estimación de recursos, proceso de planificación y diseño minero, todos los cuales se verán retroalimentados el proceso de operación mina.

En la Figura 12 se puede apreciar la estructura de gestión básica propuesta para todas las actividades estratégicas necesarias para la explotación de la mina base de planta El Salado. Este enfoque será transversal a las actividades incorporadas en la puesta en marcha, a las actividades de la operación de la mina, y actividades del cierre.

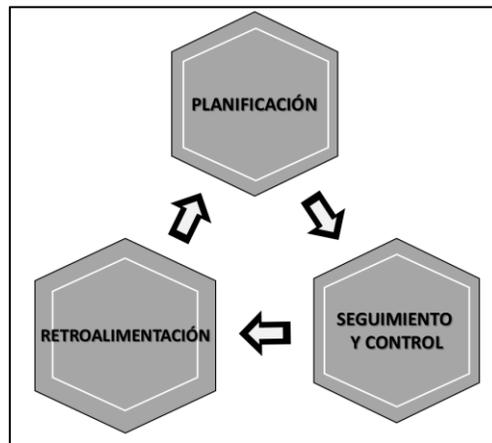


Figura 12. Modelo de gestión del contrato.

Este esquema contribuirá a generar mejoras o ajustes de los resultados esperados del servicio prestado por el operador minero. En Figura 13 se puede apreciar la aplicación del modelo de gestión del contrato al sistema de gestión y aseguramiento de calidad.



Figura 13. Sistema de gestión de la calidad del contrato de operación.

## 7.2. PROPUESTA DE ENFOQUE CONTRACTUAL RELACIONAL

Una de las debilidades detectadas en la operación del contrato Panulcillo es la escasa integración de los equipos técnicos del mandante y el operador minero. La falta de consideración de espacios formales de trabajo técnicos en conjunto, para resolver diferencias de criterio, afectaron las relaciones entre las partes. Esto por cuanto cada esfuerzo realizado por ENAMI para incidir en los resultados de la explotación, además de no ser considerado, fue visto como una intromisión en el servicio prestado por el operador minero.

Para que el negocio tenga los resultados deseados, es fundamental circunscribir la relación con el operador minero a un entorno de colaboración, en el cual los equipos técnicos puedan integrarse, generando consensos técnicos y sinergias en la explotación de la mina. Para ello, se deberá hacer los esfuerzos para transitar de una vinculación transaccional a una de tipo relacional, en la cual los controles no se limiten a la generación de una relación punitiva, sino que, a la búsqueda de soluciones en conjunto, que permitan ajustar las exigencias contractuales. Bajo este enfoque, el rol de ENAMI se ampliará a involucrarse en los procesos geológicos y de ingeniería de minas.

Este enfoque se ha considerado como propuesta, entendiendo que un contrato de explotación es estratégico y debe estar orientado al largo plazo, en el que las partes deberán convivir permanentemente. Adicionalmente, esta modalidad le permitirá generar las condiciones para desarrollar un socio estratégico para la explotación de las futuras minas bases que pretende desarrollar la empresa.

Un contrato de tipo relacional permitirá cumplir los objetivos del contrato bajo los siguientes principios rectores:

- Ambiente de Reciprocidad.
- Relaciones Constructivas.
- Ambiente de confianza, comunicación abierta y participación.
- Beneficio mutuo y relaciones a largo plazo.
- Compartición beneficios y gestión en conjunto de riesgos.
- Propiciar obligaciones colectivas.
- Acuerdos formales y de largo plazo
- Prevención proactiva de conflictos: Intercambio de información periódico.
- Premios repartidos, enfoque Ganar-Ganar.
- Mejora continua por interdependencia mutua.

En la Tabla 7, se puede apreciar los contrastes conceptuales entre el enfoque que tiene ENAMI actualmente en mina Panulcillo y al que debe transitar en la mina base de Planta El Salado para subsanar las debilidades detectadas a partir del análisis de esa experiencia.

Tabla 7. Diferencia entre enfoque transaccional y relacional.

Transaccionales	Relacionales
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Centrado en Intercambio de Bienes y servicios.</b></li> <li>✓ <b>Normas de carácter competitivo entre mandante y operador.</b></li> <li>✓ <b>Marco Estático y Rígido, poca adaptación.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ambiente de confiable, comunicación abierta y participativa.</li> <li>✓ Sentido Pertenencia a un mismo objetivo.</li> <li>✓ Beneficio Mutuo y relaciones a largo plazo.</li> </ul>

Ahora bien, No obstante, la pretensión de establecer un vínculo relacional, ENAMI debe establecer los requisitos en la relación contractual que le permitan disponer de la información, participar activamente en la etapa de planificación y ostentar el poder de negociación, de modo que los cambios puedan establecerse en función de criterios técnicos meritorios, que permitan el cumplimiento de los objetivos de negocio.

### 7.3. CONTROLES Y SEGUIMIENTOS DEL MANDANTE

Las labores de control y seguimiento serán críticas para la detección de brechas respecto a los conductores del negocio. En la Figura 14 se presenta esquemáticamente la relevancia de la implementación de controles en la mejora de un sistema. Bajo este modelo se realiza lo fundamental que es para ENAMI contar con información pormenorizada del servicio.

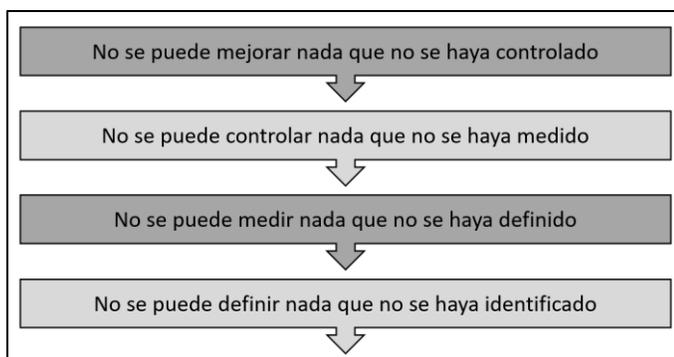


Figura 14. Habilitadores para la mejora continua.

El modelo de gestión contractual debe incorporar actividades en tres ámbitos del control: técnico operacional, administrativo, y del negocio, como se indica en la Figura 15. Estos roles se deben distribuir entre la red de apoyo del contrato.

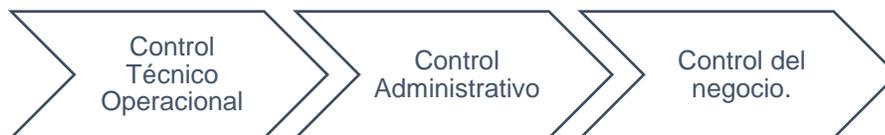


Figura 15. Proceso de control del contrato.

### 7.3.1. Control técnico-operacional

El control técnico operacional debe contemplar las actividades necesarias para el involucramiento de ENAMI. Se contemplan los siguientes procesos de control: Control topográfico, control geológico, control de la planificación minera. Como se ha indicado previamente, todos estos controles permitirán retroalimentar los procesos dirigidos por el operado minero y apoyados por ENAMI.

#### 7.3.1.1. CONTROL TOPOGRÁFICO

Uno de los requisitos indispensables que se debe contemplar en el control de la operación es la incorporación de controles topográficos de cada una de las obras ejecutadas por el operador minero. El control y seguimiento topográfico permitirá conciliar tonelajes extraídos de la mina, análisis de dilución de la ley mediante el monitoreo de cavidades, y cumplimiento de programa de preparación y desarrollo.

Conciliación de los tonelajes anuales: Se podrá llevar un control global del material extraído de la mina y contrastarlo con las entregas en la planta, lo dispuesto en botadero, y en los stocks. Esto permitirá analizar si existen desviaciones entre los volúmenes extraídos desde el interior de la mina y lo depositado en los distintos destinos.

En la Figura 16 se puede apreciar el equilibrio que debe existir en la conciliación de tonelajes. Esta actividad de control se deberá realizar en una periodicidad trimestral.

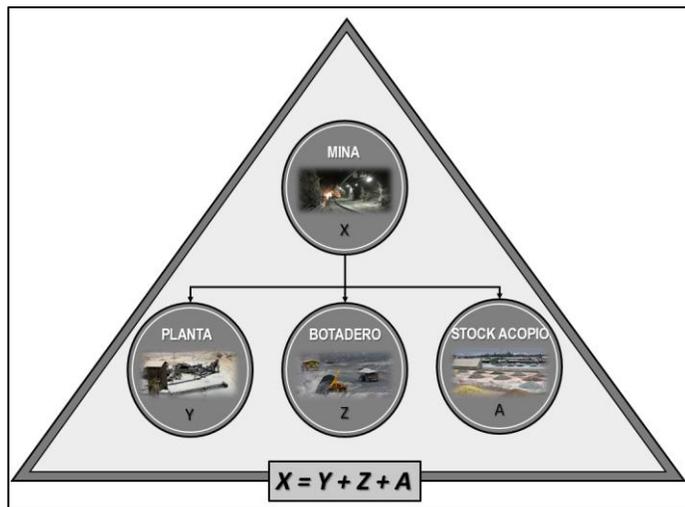


Figura 16. Conciliación de tonelajes extraídos de la mina.

Control de cavidades: Esta actividad permitirá contrastar el volumen de las unidades de explotación diseñadas con las cavidades efectivamente ejecutadas. Esto permitirá tener una medición de la dilución de las leyes efectuada por el operador minero y de la calidad del servicio de perforación y tronadura asociado, toda vez que la dilución operativa es una consecuencia directa de una sobre perforación o un diseño deficiente de la tronadura.

El impacto que tiene la dilución en el resultado de las leyes obtenidas de la explotación, la configura como una variable estratégica del negocio, que debe ser controlada durante toda la operación del proyecto.

El seguimiento de esta variable constituirá una base de información que hará permisible analizar la calidad del servicio de tronadura y el impacto que tiene la operación en las leyes esperadas del proyecto. El análisis de la información generada hará factible la incorporación de medidas orientadas a mejorar los resultados del negocio.

Una herramienta usualmente utilizada en minería subterránea para la medición de cavidades es el CMS: *Cavity Monitoring Survey*. Este sistema permite establecer de manera cuantitativa la sobre excavación del caserón, la cual corresponde al porcentaje de roca mineral o estéril que se incorpora a la unidad básica de explotación por una mala operación de la mina.

Estos equipos de monitoreo de cavidades permiten conocer con un alto grado de exactitud, tanto la forma como tamaño que alcanzan las excavaciones generadas producto de la explotación. Esta información puede ser contrastada con el diseño original de caserones, obteniendo de ello un registro de la sobre excavación de sus paredes. En la Figura 17 se puede apreciar el equipo de monitoreo topográfico CMS.

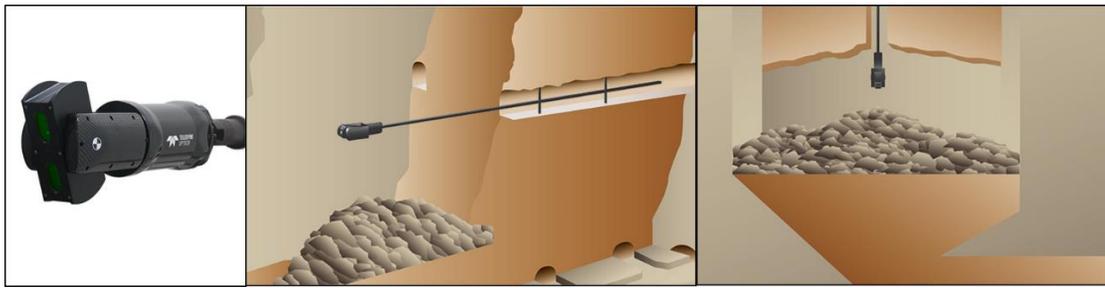


Figura 17. Equipo de monitoreo topográfico CMS.

En la Figura 18, se pueden apreciar las variables necesarias para la estimación de la dilución operativa. Esta actividad de control se deberá realizar en una periodicidad trimestral.

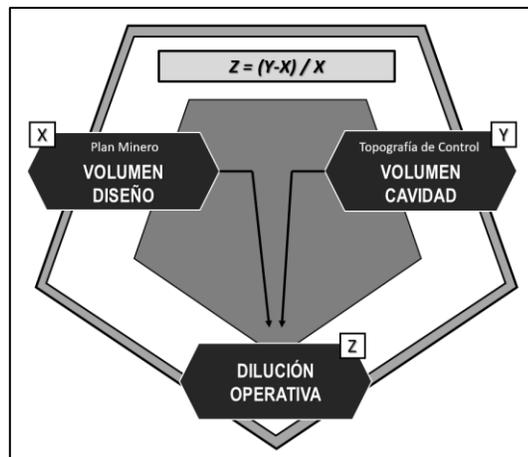


Figura 18. Variables para estimación de dilución operativa.

Control de avances: Con la medición de los metros de avance se podrá contrastar los compromisos establecidos en los programas de preparación y desarrollo con la ejecución

efectiva de labores. El seguimiento debe considerar galerías de transporte, galerías de perforación, galerías de corte, estocadas de carguío, chimeneas de corte y ventilación.

En la Figura 19 se puede apreciar las variables necesarias para la estimación del cumplimiento de los metros de desarrollo. Esta actividad de control se deberá realizar en una periodicidad semestral.

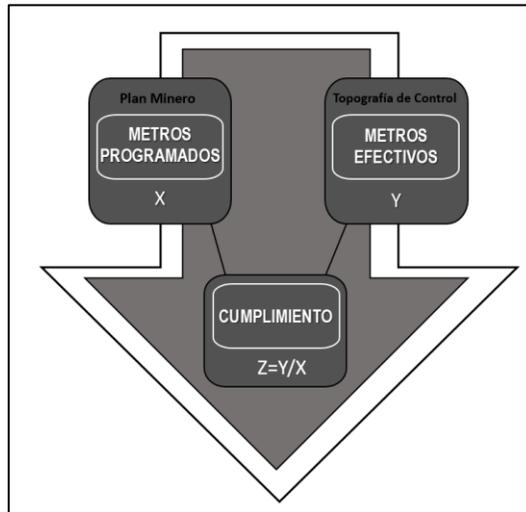


Figura 19. Variables para el control de los desarrollos.

#### 7.3.1.2. CONTROL GEOLÓGICO.

Otro elemento en el que debe avanzar ENAMI es en el establecimiento y seguimiento de la información geológica que permite la actualización del modelo geológico y modelo de bloques.

Al respecto debe exigir la incorporación de procedimientos que permitan una buena caracterización de la calidad y cantidad del yacimiento, para luego poder realizar una buena definición del diseño y planificación minera.

En tal sentido deben incorporarse actividades geológicas en los distintos horizontes de planificación. En el mediano y largo plazo se debe establecer la obligación de ejecutar sondajes, y en el corto se debe asumir el compromiso de ejecutar canaletas y mapeos geológicos.

Estas actividades geológicas deberán estar integradas al ciclo de explotación minera. De este modo, se deberán ejecutar una cantidad de sondajes mínimos mensuales que permitan confirmar las unidades de explotación antes de adentrarse en los sectores, y la ejecución de canaletas y mapeos geológicos para una buena definición de los límites de la extracción. En tal sentido, el análisis de leyes de laboratorio será relevante para establecer buenas definiciones de los sectores a explotar.

La información geológica levantada por el operador minero deberá ser validada y compartida, para que ENAMI pueda elaborar un modelo geológico y de bloques actualizado y consensado con el operador minero, para a partir de ello, establecer el diseño de la mina, y la planificación minera. Este insumo será fundamental para gestionar

posibles modificaciones de la ley de entrega de la explotación, por ende, deberá ser actualizado solo con información validada y certificada.

En la relación contractual se deberá constatar el establecimiento de reuniones mensuales para el intercambio de información y discusión de la geología del yacimiento, a fin de establecer posibles cambios en la interpretación de los recursos geológicos que pudieran conllevar implicancias en cambios en el valor esperado de los sectores a explotarse. A partir de estas reuniones mensuales se irá configurando el escenario para las reuniones bianuales en las cuales se deberán establecer posibles cambios de la ley mínima exigida por el contrato.

Ello exigirá documentos de seguimiento, y notas técnicas que constituyan un caso para las eventuales modificaciones.

ENAMI realizará las siguientes actividades de control de la geología:

- Muestreos de marinas y frentes de extracción.
- Actualización del modelo de bloques.
- Actualización del modelo geológico.
- Mapeos geológicos de control.

#### 7.3.1.3. CONTROL DE LA PLANIFICACIÓN MINERA.

ENAMI llevará un seguimiento exhaustivo a los planes elaborados por el operador minero y presentará observaciones o contrapropuestas que permitan orientar la explotación a los objetivos de negocio de la empresa.

Si bien la promesa de valor quedará definida en una primera instancia por el plan minero de largo plazo, la dinámica de la planificación minera probablemente exija cambios que deberán ser meritoriamente estudiados y abordados.

Los controles de la planificación minera irán orientados a resguardar el cumplimiento de la promesa de valor. Por ende, las revisiones de los distintos planes presentados en la vida del proyecto se focalizarán en ajustar los planes a las condiciones establecidas en el largo plazo.

Para un correcto seguimiento de los planes presentador por el operador minero se realizarán las siguientes actividades:

- Revisión Global: Con el modelo de bloques consensuado y los diseños mineros presentados por el operador minero, se determinarán los tonelajes y leyes esperados del ciclo de planificación. Esto permitirá verificar si el resultado final de la planificación se condice con las cubicaciones realizadas.
- Revisión de Unidades de Explotación: Se revisará que el mineral contenido en el diseño minero cumpla con los criterios económicos de extracción. Para ello, se deberán aplicar leyes de corte al modelo de bloques y analizar si los diseños están ajustados a la envolvente económica.

- Revisión de las preparaciones y desarrollos: Se verificará que los compromisos de avances no comprometan sectores que se incorporarán a futuro y que los desarrollos se ajusten al plan original de explotación.

En caso de existir espacios de mejora o consideraciones de mercado o técnicas cambiantes, los equipos del mandante y el operador minero se integrarán para analizar ajustes estratégicos a la planificación minera. Un elemento que deberán tener presente las partes son los criterios de leyes de corte para la definición de los diseños y destino de los minerales.

#### 7.3.1.4. CONTROL DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Atendiendo a los buenos resultados del contrato Panulcillo en lo relativo a seguridad y medio ambiente, se deberá mantener los controles y exigencias establecidas por ENAMI que dicen relación con los siguientes elementos:

- Procedimientos operacionales robustos.
- Cultura de seguridad como valor principal.
- Adhesión del contratista al sistema de seguridad corporativo.
- Trabajo colaborativo entre las partes.
- Consideración de los hallazgos indicados por ENAMI.
- Controles diarios de condiciones sub-estándar.
- Actividades de supervisión efectivas.

En la Figura 20, se puede apreciar el diagrama del sistema de gestión de riesgos utilizado a nivel organizacional. Esta herramienta ha sido una fortaleza de por lo cual su aplicación en mina base para planta El Salado será bajo la misma configuración utilizada en mina Panulcillo.

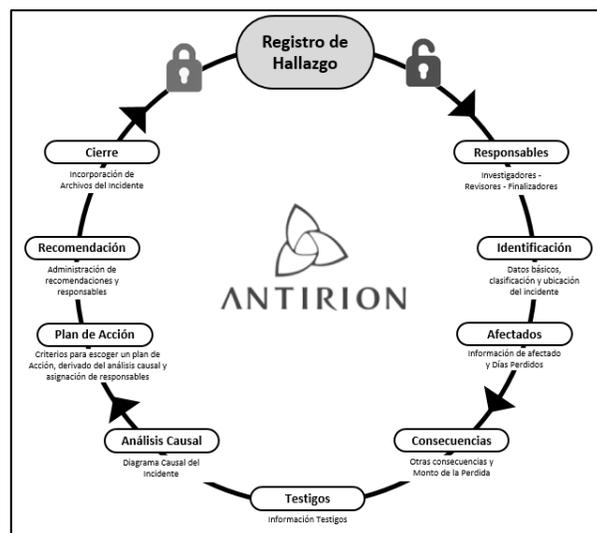


Figura 20. Diagrama de gestión de seguridad y Medio Ambiente.

#### 7.3.1.5. CONTROL OPERACIONAL

El control operacional es el que permitirá retroalimentar la planificación de los distintos procesos. Para llevar un efectivo control operacional se deberán realizar inspecciones diarias que permitan detectar brechas respecto a la calidad de las labores, condiciones geomecánicas, y cumplimientos de procedimiento de operación general. Cualquier incumplimiento deberá ser procesado de acuerdo con esquema indicado en la Figura 21

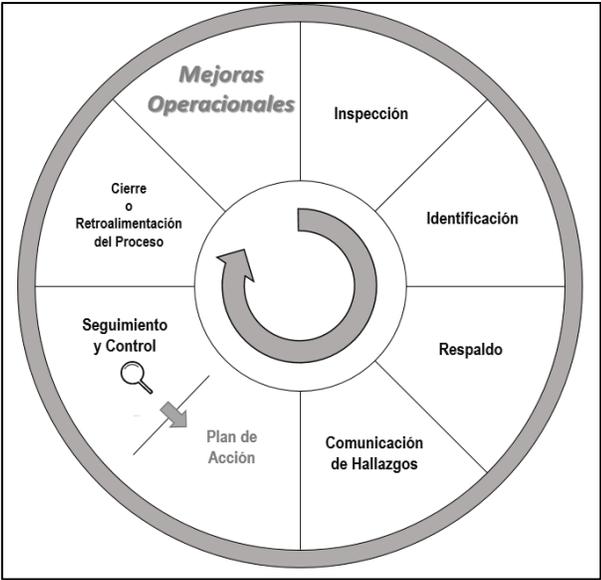


Figura 21. Ciclo de mejoras operacionales.

Para robustecer el control operacional, al nuevo contrato se deberá exigir la implementación de un sistema de definición de tiempos, que permita cuantificar diariamente los resultados de productividad de la operación. Una buena referencia es la incorporación del estándar ASARCO, cuya definición de tiempos de visualiza en la Figura 22. Esta estructura contribuirá a la generación del reporte diario de producción, y su aplicación permitirá visualizar oportunidades de mejora y generar análisis de impacto cuando la mina esté en operación. A su vez, esto le permitirá a ENAMI realizar un seguimiento de los compromisos de disponibilidad física de los equipos mineros, aspecto crucial para el cumplimiento de los compromisos de tonelaje, preparación y desarrollo de la mina.

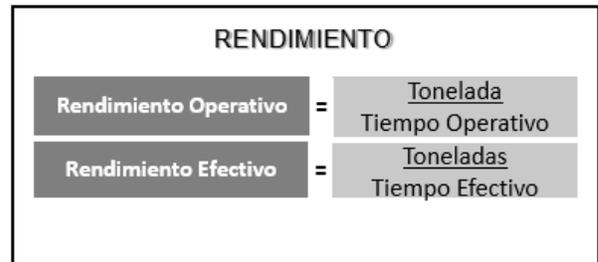


Figura 22. Estructura para implementación tiempos mina.

El reporte operacional deberá contener la identificación de cada uno de los equipos con los indicadores estratégicos que resuman su desempeño, y a su vez el resultado global del turno en lo relativo a movimiento mina, alimentación planta, metros de preparación y desarrollo, perforación de producción, perforación de avance, y los resultados de los equipos de apoyo.

### 7.3.2. Control administrativo

ENAMI deberá atender una serie de elementos de apoyo que son fundamentales para el cumplimiento del objetivo del contrato. Entre estos se puede mencionar:

- Control de hitos: saneamiento de la operación, Instalación de faena, inicio de producción, suministro de ventilación artificial, entre otros.
- Control de permisos mineros: Actualizaciones a la RCA, vida útil de la mina, permiso de explotación, terreno superficial, entre otros.
- Control documental: deberá existir un control de todos los intercambios de documentos entre las partes: Registro de cumplimiento de hitos, Registro de modificaciones del contrato, notas técnicas aclaratorias, Reportes de ingeniería, reportes de producción, entre otros.
- Control de garantías: Se deberá verificar la vigencia de las garantías y los posibles cambios que se haga de este instrumento.
- Control de Personal y Equipos: Se deberá contar con un registro del personal y los equipos utilizados para la operación de la faena.

#### 7.3.2.1. Disposición de la información.

- La información generada por el operador será complementada con los mecanismos de control establecidos por ENAMI. El conjunto de la información se constituirá como la base de las herramientas de gestión contempladas para lograr un resultado satisfactorio del negocio.

- El concepto es generar, a partir de la información que se obtenga en el proceso de extracción y control, instancias de análisis conjunto de resultados que permitan orientar esfuerzos a la mejora continua. Al efecto, se espera poder incidir en los resultados de la explotación, e ir adaptando los requerimientos estratégicos: Tonelaje, ley, preparaciones y desarrollos, sondajes; a medida que se tenga un conocimiento cada vez más acabado de la explotación.
- El modelo contempla de manera intensiva la vinculación permanente con el operador minero, de tal manera de subsanar inmediatamente cualquier brecha que se vaya observando respecto al valor esperado. La comunicación con el contratista será un aspecto central para la mejora de resultados.

### 7.3.3. Control del negocio

Para visibilizar los resultados que vaya obteniendo en la operación, se deberán generar reportes mensuales que se distribuyan a la alta dirección de la organización. En ellos se deberá considerar los siguientes aspectos:

- Aporte económico del abastecimiento de la mina a la disminución del costo de planta.
- Evaluación económica de los resultados de la mina.
- Brechas respecto a principales conductores de valor del negocio: Tonelaje producido, ley de alimentación a planta, metros de preparación y desarrollo, y compromisos de exploración.
- Análisis de premios y castigos generador por los resultados de la explotación.

#### 7.3.3.1. Propuesta de tarifa, premios y castigos.

El contrato deberá incorporar en la tarifa los desincentivos necesarios para evitar desviaciones respecto al objetivo de negocio trazados por la empresa. Adicionalmente, se deberán incorporar incentivos, que permitan compartir los beneficios generados por el cumplimiento de las metas establecidas en el plan minero. Este enfoque permitirá socializar las pérdidas y las ganancias, sin que esto signifique apropiarse del negocio de la contraparte.

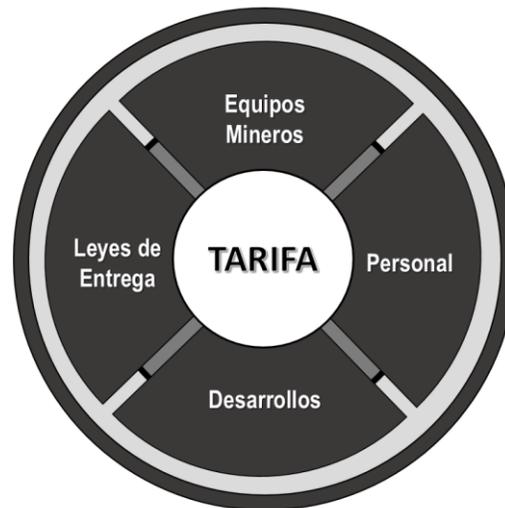
Atendiendo al vínculo relacional que espera establecer, en el que se puedan integrar los equipos técnicos para abordar los aspectos estratégicos de la explotación, los castigos serán concebidos como algo no deseado, pero necesario como marco de referencia para evaluar el resultado del servicio.

La aplicación de castigos y premios deberá contemplarse en periodos extensos de tiempo, de tal modo que solo se consideren cuando exista una brecha del objetivo estratégico, y no cuando existan desviaciones en periodos particulares. Un periodo razonable es aplicar un balance de los compromisos al cierre de cada año calendario.

La tarifa deberá incorporar castigos por todos los elementos que constituyan compromisos de ejecución por parte del oferente y no se cumplan en el contrato, como también los perjuicios en la ley requerida de acuerdo con plan minero. De este modo, se deberán descontar: los metros de desarrollo no ejecutados, los sondajes no ejecutados,

el personal comprometido no presente en la faena, los incumplimientos en la ley, así como también la ausencia de equipos mineros comprometidos en el contrato. En la Figura 23 se puede apreciar los elementos que configuran los castigos de la tarifa cancelada al operador minero.

Un aspecto central en los castigos lo configuran las desviaciones anuales que se presenten respecto a la ley comprometida. Estas pérdidas se repartirán en partes iguales entre el operador minero y el mandante, asumiendo ambos el riesgo de la ley de explotación. A su vez, los beneficios obtenidos por una mayor ley de entrega serán compartidos en relación de 3:1 entre el mandante y el operador minero.



*Figura 23. Variables recomendadas a incorporar en la tarifa del operador.*

Para la aplicación de los castigos el operador minero deberá presentar la siguiente información en su propuesta:

- Valorización de la construcción de las distintas galerías consideradas en la explotación de la mina (US\$/m). De este modo se podrán descontar los metros no desarrollados que se encuentran comprometidos en el plan minero original presentado por el oferente.
- Valorización del costo de metro perforado de sondajes (US\$/m). Con esto se podrá descontar los metros de sondajes comprometidos que no hayan sido ejecutados.
- Valor de las HH del personal comprometido en la explotación (US\$/HH). De este modo se podrán descontar el personal comprometido en el plan minero original que no esté presente en la faena.
- Costo Horario de los equipos comprometidos en el plan (US\$/HH). De acuerdo con este valor se podrá descontar de la tarifa los equipos comprometidos que no se encuentren presentes en la faena.

No obstante, la aplicación de los castigos deberá considerar como base el plan minero original, se deberá considerar una gestión de cambios en el alcance intensivo, de modo de adaptar la explotación a las circunstancias técnicas y de mercado cambiantes.

#### **7.4. FACULTADES DEL MANDANTE.**

Una parte relevante para el buen resultado del negocio queda establecida en las condiciones iniciales incorporadas en el contrato.

Las facultades y requerimientos deben quedar explicitados de modo que, más allá de la buena voluntad de las partes, exista un marco específico al cual puedan circunscribirse. Esta directriz es necesaria atendiendo a la evidencia del contrato de explotación que tiene ENAMI, en el cual, por no definirse desde el origen de la relación contractual los requerimientos, fue muy dificultoso el acceso a información y acordar medidas correctivas a los resultados de la explotación, quedando reducido el rol de ENAMI a contemplar y constatar las desviaciones respecto al objetivo del negocio.

Los requisitos deben dejar a ENAMI con un poder de negociación suficiente para manejar los cambios a las variables estratégicas del contrato, y para incidir en las desviaciones que se obtengan de la explotación.

Los resguardos deben ser del siguiente tenor:

- Resguardos técnicos: Facultad para aprobar programas de exploración, facultad de aprobar planes mineros, facultad de acceder a información de ingeniería y operacional de la explotación, facultad de aprobar los profesionales del operador minero, facultad de exigir los equipos mineros comprometidos en la oferta técnica, facultad de paralizar la mina, facultad de definir margen del nivel de producción de la mina, facultad de delegar en el operador minero los estudios técnicos para gestión de los permisos.
- Resguardos Económicos: Contemplar Incentivos y castigos, establecer plan de hitos para puesta en marcha, exigir boleta de garantía, exigir informe técnico-económico para cambios en el alcance, y el establecimiento de un comité técnico.
- Resguardos de seguridad y medio ambiente: Facultad de detener áreas de trabajo, facultad de exigir acondicionamiento de áreas con condiciones inseguras, facultad de inspeccionar la mina, facultad de poder exigir adhesión a política de seguridad e higiene de ENAMI, facultad de poder exigir adhesión a registro de seguridad corporativo de ENAMI.

## **8. HABILITADORES PARA LA GESTIÓN**

Atendiendo a las debilidades evidenciadas de modalidad contractual, ENAMI deberá involucrarse de manera directa en el control de la operación, tanto para resguardar la promesa de valor, como para incidir en la generación de mejoras continuas en conjunto con el operador minero.

El control deberá estar centrado en los conductores del negocio. Se ha considerado como una medida central para realizar el seguimiento y control del contrato la estructuración de una unidad técnica competente, que retroalimente al operador minero y se integre a los trabajos de planificación. Este equipo contará con apoyo de asesores externos y el apoyo de un servicio topográfico periódico. Esta estructura le permitirá a ENAMI hacer valer sus facultades, procesar los datos obtenidos de la operación, y relacionarse con el operador minero en un comité técnico en el cual se realicen reuniones para abordar actividades estratégicas de la faena.

### **8.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL REQUERIDA.**

Para poder abordar los controles que se requieren implementar en el contrato, ENAMI deberá disponer de un equipo cuya magnitud y competencias le permitan direccionar la explotación a cumplir los objetivos de negocio trazados.

Es manifiesto que la actual estructura utilizada en el contrato de explotación mina Panulcillo, no permite ejercer las actividades necesarias para involucrarse mínimamente en la explotación de la mina. Una estructura tan liviana como la utilizada es en gran medida la responsable de no ejercer las facultades y controles necesarios para el funcionamiento del contrato.

Para ejercer las facultades de supervisar los controles establecidos y trabajar en conjunto con la parte técnica del operador minero se propone la estructura indicada en la Figura 24. Esta consta de un administrador de contrato, y un staff de apoyo directo de 6 profesionales, todos los cuales estarán involucrados permanentemente en la operación en la modalidad de turnos de 5 X 2. Adicionalmente, se deberá contar con un servicio permanente de topografía y asesorías esporádicas de ventilación y geomecánica, para resguardar las condiciones oportunas de explotación de la mina.

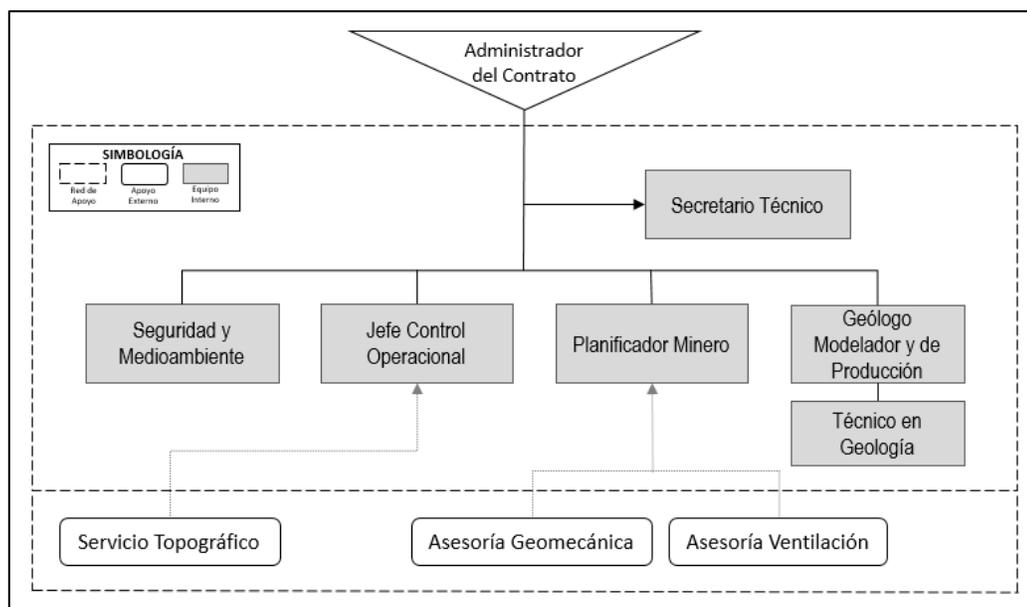


Figura 24. Estructura organizacional del contrato.

Esta estructura propuesta, no solo permitirá un mejor control asociado a este contrato en particular, sino que permitirá generar las condiciones para que ENAMI vaya incorporando el know how de la explotación de minas, que justamente es un desafío que se contempla al mediano plazo respecto a las otras plantas desabastecidas que tiene la empresa.

Los roles de cada uno de los profesionales se indican a continuación:

Cargo	Rol
Administrador del contrato	Encargado que las partes cumplan con sus respectivas obligaciones
Geólogo modelador y de producción	Actualizar modelo geológico y modelo de bloques, a partir de la información conferida por el operador minero y la información propia generada. Tendrá a su cargo el proceso de definir por conceso con el operador minero el modelo de bloques que se utilizará para la planificación de la mina. Adicionalmente, tendrá la responsabilidad de exigir la ejecución de los compromisos geológicos asumidos por el operador minero en el contrato: cantidad y metros de sondajes mensuales, mapeo de labores, toma de muestras, realización de canaletas y zanjas superficiales.
Técnico en geología	Responsable de la toma de muestra para llevar el control de la ley de la explotación. Diariamente enviará a laboratorio las muestras que se obtengan desde los distintos sectores de la mina y de los depósitos de mineral. Apoyará al geólogo en la elaboración de secciones de interpretación, llevará el almacenamiento de los datos y tendrá respaldo físico de los planos actualizados de los sectores en explotación.
Planificador minero	Realizará actualización de los diseños y de la planificación minera, a partir del consenso geológico que se establezcan entre las partes. Tendrá la misión de revisar y aprobar los planes presentados por el operador o proponer alternativos de explotación en un trabajo

	integrado con el equipo técnico del explotador. A su cargo tendrá la definición de la política de leyes de corte de la explotación, la cual será la base para posibles modificaciones que se presenten en el tiempo de explotación.
Jefe Control operacional	Encargado de analizar el cumplimiento de la cantidad y calidad de las labores mineras, analizará el cumplimiento de la producción, del programa de finos, de la ley, para lo cual se apoyará en el personal de servicio topográfico, quien deberá hacer entrega mensual de los resultados de las mediciones. Llevará un listado mensual de los equipos mineros presentes en la faena, indicando su rendimiento, disponibilidad física, así como también del personal utilizado en las labores de operación.
Seguridad y medio ambiente	Velará que los procesos se ajusten al cumplimiento de la legislación vigente, y los reglamentos que tiene la empresa en materias de seguridad y medio ambiente. Llevará un control diario de la condición de los gases en la mina, consumo de explosivos de polvorín, condición de los refugios, depósitos de riles, entre otros. Adicionalmente, será el encargado de reportar todos los incidentes en la plataforma de gestión que posee la empresa.
Secretario técnico	Llevará el control documental de la información recibida y generada, y apoyará en sus labores de manera directa al administrador del contrato. A su cargo tendrá los formatos utilizados para los distintos documentos: Presentaciones, Notas técnicas, informes mensuales de producción, entre otros
Asesores	Se contará con un apoyo anual para la evaluación de las condiciones de ventilación y geomecánica de la mina. Permitirá apoyar los permisos y ver el estado de la faena respecto a cumplimiento de la norma, y proponer mejoras a incorporar en el contrato.
Servicios topográficos	Se requerirá los servicios semestrales de un equipo topográfico para el control de cavidades, avances y conciliación de los tonelajes extraídos de la mina.

Esta estructura permitirá pasar de las funciones nominales establecidas en el actual contrato de explotación Panulcillo, al cumplimiento real de las funciones establecidas en el contrato que se vislumbra para mina base de Planta El Salado.

## **8.2. REUNIONES DE COORDINACIÓN COMITÉ TÉCNICO.**

El modelo considerado para la gestión del contrato considera el acceso a información generada por la explotación de la mina, el control establecido por ENAMI, y la integración de los equipos para analizar los resultados y reorientar esfuerzos frente a desviaciones existentes respecto a los planes mineros y variables de control estratégico: tonelaje, ley, preparación y desarrollo y sondajes.

Para resguardar este objetivo se ha contemplado integrar a los equipos en un comité técnico que interactúen en los procesos principales de la mina. En la Figura 25, Figura 26, Figura 27 y Figura 28 se muestran los procesos y actividades que consideran el involucramiento de ENAMI.

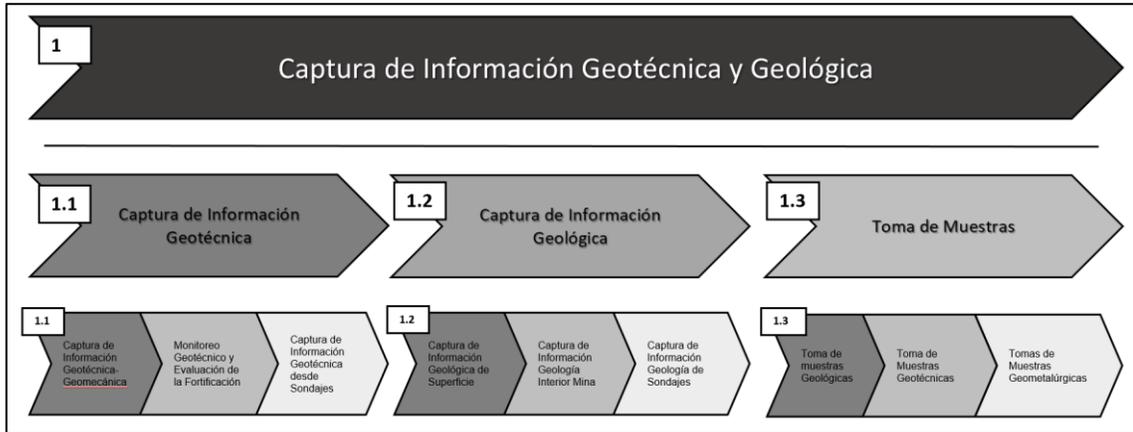


Figura 25. Proceso de captura de la información

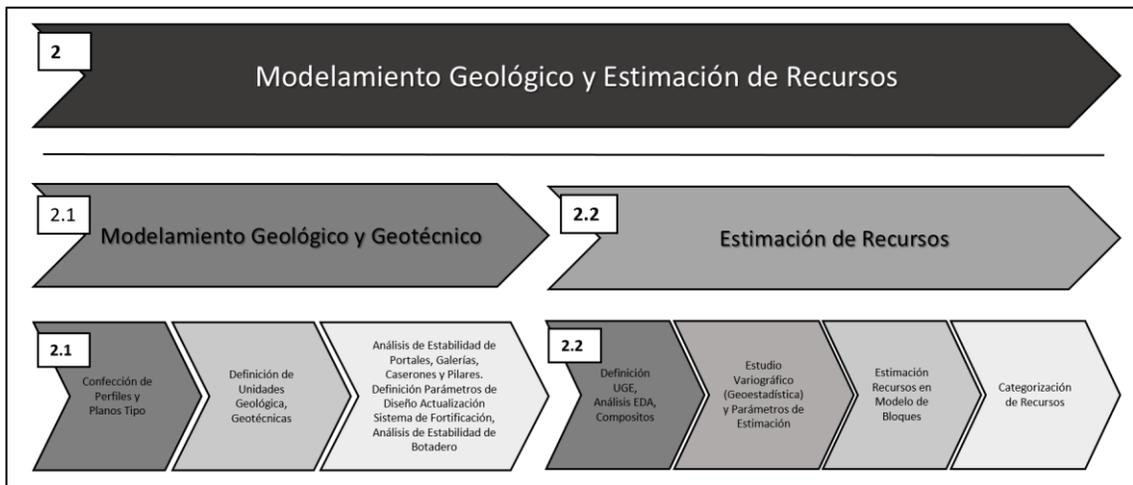


Figura 26. Proceso geología y Estimación de recursos.

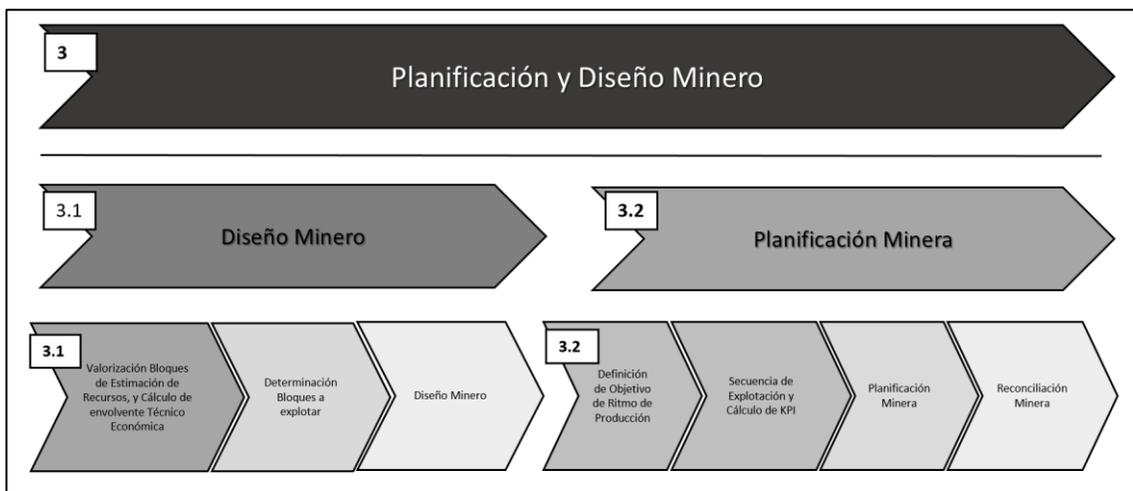


Figura 27. Proceso de Planificación y diseño minero.

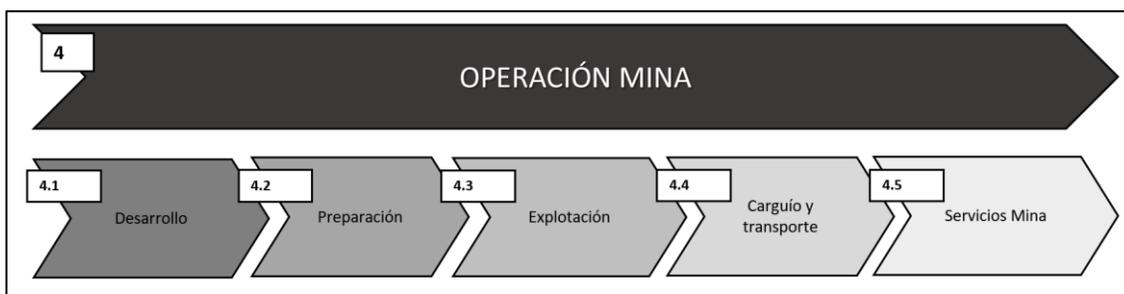


Figura 28. Proceso operación de la mina.

Las reuniones serán una instancia donde los equipos del mandante y el operador minero se integrarán para incorporar ajustes a las exigencias del contrato, de acuerdo con como vaya evolucionando la información geológica y los resultados operacionales. Para realizar una buena gestión se propone la realización de reuniones por proceso.

#### 8.2.1. Proceso de captura de la información geológica-geotécnica.

Reunión de resultados de levantamiento de información geológica-geotécnica: Esta convocatoria tendrá como objetivo entregar los datos de la información geológica-geotécnica obtenida por el operador durante la explotación de la mina: Mapeos de labores, sondajes procesados, y resultados de leyes de canaletas. Los equipos se convocarán de manera mensual y en esta instancia se abordarán y discutirán los criterios de agrupación de unidades litológicas, de las alteraciones presentes en la mina, y de elaboración de modelo geotécnico.

#### 8.2.2. Proceso modelamiento geológico y estimación de recursos.

Reunión revisión modelo geológico: Durante periodos semestrales se convocarán los equipos de geología del mandante y el operador minero para actualizar el modelo geológico en base a la información generada por la explotación del yacimiento: Mapeos de labores, canaletas y sondajes infill. Para el éxito de las reuniones, el operador minero deberá hacer envío, con dos semanas de anticipación, del resultado de las secciones de interpretación geológica y el sólido tridimensional que se utilizará como base para la estimación de recursos minerales. Luego de la reunión se deberá consensuar un modelo o establecer un trabajo en conjunto entre los equipos que permita subsanar las diferencias técnicas existentes.

Reuniones revisión modelo de bloques: Al igual que las reuniones de revisión del modelo geológico los equipos se convocarán para actualizar el modelo de bloques en base a información de sondajes y canaletas realizadas en la mina. Para facilitar la discusión el operador minero deberá enviar con dos semanas de anticipación el modelo de bloques, con un informe de respaldo donde se indiquen los criterios de estimación y categorización de recursos, secciones y plantas representativas, curva tonelaje ley, entre otras consideraciones relevantes. Luego de la reunión se deberá consensuar un modelo o establecer un trabajo en conjunto entre los equipos que permita subsanar las diferencias técnicas existentes.

### 8.2.3. Proceso diseño y planificación minera.

Reuniones revisión diseño minero: Los equipos se convocarán de manera mensual para revisar los criterios de diseños utilizados por el operador minero. Para cumplir el objetivo, se deberá enviar con una semana de anticipación los sólidos tridimensionales del diseño, las secciones y plantas de los caserones con despliegue del modelo de bloques, y la política de leyes de corte utilizada.

Reuniones de planificación minera: Los equipos se convocarán en periodos según el horizonte de planificación considerado: mensual, trimestral y anualmente. Previo a las reuniones, con una semana de anticipación, se deberán entregar los resultados de las cubicaciones del mineral considerado enviar a planta según origen, la secuencia de explotación, la dilución operacional esperada, los metros de desarrollos comprometidos, los equipos y personal requerido, entre otros antecedentes relevantes.

Reunión anual estratégica: En esta instancia se abordarán los resultados estratégicos de la operación, y se analizarán posibles modificaciones a las condiciones del contrato de acuerdo con las actualizaciones consensuadas de la geología del yacimiento. Aquí se contemplarán los cambios a los niveles de producción, ajustes a la ley media de entrega, ajustes a la cantidad de desarrollos comprometidos, ajustes a la ejecución de sondajes, disponibilidad de personal y equipos mineros. Para analizar estas posibilidades serán fundamentales los resultados de las demás reuniones realizadas durante el año, las cuales constituirán la base de las solicitudes de cambio.

### 8.2.4. Proceso de Operación de la mina

Reuniones operacionales: Estas reuniones serán de carácter semanal y se analizarán aspectos relativos a la seguridad, calidad de las labores, dilución operativa, ejecución de desarrollos, resultados de leyes, entre otras consideraciones relevantes. Cada vez que haya desviaciones o se deberán entregar una justificación y levantar planes de acción entre las partes que permitan cumplir el objetivo de negocio.

## **8.3. ACCESO A LA INFORMACIÓN.**

Una parte fundamental que se debe mejorar es el acceso a información generada en el proceso de ingeniería y extracción de la mina realizada por el operador minero. El valor de la información es crucial para poder generar un control adecuado de la relación contractual, por cuanto facilita el análisis para la discusión de mejoras que se puedan llevar a la acción en la explotación del yacimiento en un ambiente de colaboración y orientada al logro del negocio.

La motivación del acceso a la información es retroalimentar los distintos procesos de la mina, para que se generen planes orientados al cumplimiento o ajustes a la promesa de valor. En la Figura 29 se puede apreciar la secuencia que se inicia, a partir del acceso a la información de ingeniería y operación de la mina.



Figura 29. Acceso a información

La totalidad de la información deberá estar disponible en formato digital y físico, en la mayor cantidad de formatos posibles, de modo que sean accesibles para ambas partes. Un aspecto central será disponer de la información impresa en la sala de reuniones para facilitar los análisis en conjunto y coordinaciones que se establezcan.

Según corresponda, la información deberá entregarse como datos, así como también con su respectivo procesamiento. Esto con la finalidad de que ENAMI pueda procesar los datos y contrastarlos con los resultados obtenidos por el operador minero.

La periodicidad de las entregas deberá estar acorde a la racionalidad técnica de la explotación, existiendo actualizaciones diarias, semanales, mensuales y anuales.

Es preciso que el operador minero se comprometa a entregar a ENAMI la información más oportuna y completa. Será preciso la entrega del siguiente listado de información para el control y análisis de ENAMI:

#### 8.3.1. Información geológica-geotécnica.

- Resultados de leyes de laboratorio: El operador minero deberá contar con un laboratorio que le permita procesar las muestras tomadas para el control de leyes y para obtener resultados de los sondajes ejecutados para confirmar las unidades de explotación.
- Mapeo geológico de labores subterráneas y superficiales: El operador minero deberá contar con un equipo de geólogos encargado de realizar el levantamiento estructural, litológico, mineralógico y de la alteración del yacimiento.
- Modelo Geológico: El operador minero deberá compartir las actualizaciones al modelo geológico que vayan surgiendo del avance de la explotación y de la ejecución de sondajes. Se deberán disponer de mapas con las plantas de cada uno de los niveles de explotación, en las cuales se incorpore el modelo de bloques y los sondajes disponibles.
- Modelo de Bloques: El operador minero deberá compartir cada una de las actualizaciones efectuadas al modelo de bloques. Esto será útil para consensuar la misma base de análisis para la ingeniería de minas.
- Plan de Exploraciones: El operador minero deberá indicar un programa de exploraciones anuales alineado a las exigencias de sondajes establecidas en el contrato. Se deberá justificar el objetivo que persigue cada sondaje, indicando su posición, la sección, y la hipótesis geológica esperada.
- Definición de polígonos de Extracción: El operador minero deberá disponer del modelamiento de la envolvente económica que define los límites de la explotación de los caserones. Estos serán indicativos de las leyes de corte utilizados para la explotación.

### 8.3.2. Diseño y Planificación minera.

- Sólidos tridimensionales con el diseño de galerías y caserones: El operador minero deberá disponer del diseño de cada una de las labores de la mina: caserones, chimeneas, piques, preparaciones y desarrollos. Esta entrega, junto con el modelo geológico, permitirán validar a nivel estratégico, por parte de ENAMI, los planes de producción presentados por el operador minero.
- Secuencia de desarrollo y consumo de reservas: El operador minero deberá indicar la secuencia de explotación de la mina en la cual deberá incluir avance de preparación y desarrollos y consumo de unidades de explotación.
- Listado de equipos comprometidos en el plan: El operador minero deberá disponer cálculo de requerimiento de equipos para el cumplimiento de los planes de producción, indicando disponibilidad y rendimiento esperado de equipos.
- Listado de personal comprometido en el plan: El operador minero deberá indicar el listado de los distintos colaboradores proyectados en los planes mineros.

### 8.3.3. Información Operacional.

- Topografía subterránea de la mina: El operador deberá disponer mensualmente de la topografía de la mina, en la cual deberá incorporar el levantamiento de los metros de preparación y desarrollo, y de cavidades. Esto permitirá hacer seguimiento a los planes mineros presentados, y será la base para los planes de producción futuros.
- Reporte de producción: El operador deberá hacer entrega diaria de un reporte que resuma los resultados, el cual deberá contener el movimiento mina, alimentación a planta, caracterización de los acopios de mineral, los indicadores operacionales y de mantención de cada uno de los equipos.
- Personal: Se deberá entregar, por área de desempeño, la dotación detallada del operador minero, el sistema de turno y el respaldo de las cotizaciones al día.

### 8.3.4. Seguridad y medio ambiente

- KPI de seguridad: El operador minero deberá reportar a ENAMI sus Índices frecuencia, de mortalidad, accidente con tiempo perdido, accidentes sin tiempo perdido, Cuasi accidente, Daño ambiental, Daño material, y trayecto.

## 8.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA.

La implementación del sistema de control de la calidad, si bien conlleva un aumento en los costos para ENAMI, los beneficios de resguardar la promesa de valor son considerablemente más relevantes.

En la Tabla 8 se puede apreciar los costos incrementales que tendría que asumir ENAMI para implementar una estructura de control óptima para el contrato. El costo mensual de incorporar un staff de 4 profesionales adicionales a la estructura actualmente considerada en mina Panulcillo, sus herramientas de trabajo y el apoyo de asesorías estratégicas,

alcanza un monto de US\$ 27.000, que a nivel marginal asciende a un valor de 1 US\$/mes, si se considera en nivel esperado de producción de 25.000 t/mes de la mina.

Tabla 8. Costo incremental de estructura de control propuesta.

Categoría	Ítem	Costo empresa (US\$)	Costo Marginal (US\$/t*mes)
Staff Profesionales	Ingeniero Planificador	4,500	0.18
	Geólogo Modelador y estimador	4,500	0.18
	Técnico en geología y minería	2,000	0.08
	Secretario técnico y control documental	1,500	0.06
Equipo de Asesores	Servicio topográfico CMS	4,000	0.16
	Servicio topografía de labores	1,500	0.06
	Asesoría Geomecánica	1,400	0.06
	Asesoría de Ventilación	700	0.03
Herramientas de trabajo	Software minero y de geología.	3,000	0.12
	Herramientas computacionales	1,000	0.04
	Camionetas	1,500	0.06
	Implementos de seguridad	250	0.01
	Muestras de Control de ley	1,200	0.05
<b>Total</b>		<b>27,050</b>	<b>1.08</b>

Estos mayores costos incurridos en generar una estructura de control oportuna para la supervisión del contrato son las que evitarán las desviaciones evidenciadas en el caso de mina Panulcillo. La cuantificación de evitar esas pérdidas se puede apreciar en la Tabla 9. Asumiendo que se evitaría la mitad de la desviación de la ley ocurrida en mina Panulcillo (0.2%CuT), y bajo la tarifa propuesta para este contrato (50/50), se evitarían perdidas marginales de 5.3 US\$/t, que en un horizonte mensual alcanzarían un valor de US\$ 132.750.

Tabla 9. Perdidas no incurridas.

Variación de la ley (CuT)	Perdida marginal (US\$/t)	Perdida marginal ENAMI (US\$/t)	Perdida mensual ENAMI (US\$)
0.10%	5.31	2.7	66,375
<b>0.20%</b>	<b>10.62</b>	<b>5.3</b>	<b>132,750</b>
0.30%	15.93	8.0	199,125
0.40%	21.24	10.6	265,500

De este modo, si se consideran el aumento en los costos de 27.050 US\$/mes por evitar pérdidas por 132.750 US\$/mes, se obtiene un beneficio anual de MMUS\$1.2, que llevado a los cinco años del proyecto genera un beneficio de MMUS\$ 6.3.

Ahora bien, esta cuantificación no contempla elementos intangibles como son: el aumento de la vida útil producto de la exigencia de trabajos geológicos, el beneficio

conseguido por concreción de metros de preparación y desarrollo, y cumplimiento de los compromisos de personal y equipos mineros.

## 9. DISCUSIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO DE EXPLOTACIÓN DE MINAS

Si bien el documento se ha centrado en incorporar mejoras al modelo de explotación integral utilizado en Panulcillo, se debe tener en consideración que existen distintos modelos para operar una mina. Los modelos van desde la internalización de todas las actividades (ingeniería, extracción y desarrollos) hasta la tercerización de todas las actividades. En la Tabla 10 se puede apreciar los principales modelos de tercerización de una mina con ejemplos de aplicación en mediana minería.

Tabla 10. Principales modelos de operación de una mina

MODELOS DE NEGOCIO				
Roles	A	B	C	D
Mandante :	Planifica y controla	Planifica, controla con tercero	Controla	Compra mineral y cobra Regalía
Contratista	Desarrolla y Explota	Desarrolla y Explota	Planifica, Desarrolla y Explota	Planifica, Desarrolla y explota
Ejemplos históricos	Mina subterránea Candelaria (Zublin), Mina Alcaparrosa (Geovita), Mina Santos (Sta. Elvira), El Peñon ( Gardilic )	Venado Sur(IOM ingeniería), Manto Negro(IOM ingeniería )	Polo Central(Proyecta), Graebe ( Génesis)	Pampa Camarones ( Minera Activa), Cerro Negro ( Pequeños mineros)

Dadas las dificultades para el cumplimiento de la promesa de valor evidenciadas en la modalidad de contrato de la mina Panulcillo, que se resumen en un incumplimiento de las leyes comprometidas en el contrato, disminución de los metros de preparación y desarrollo de la mina, e incumplimiento en los metros de sondajes, se realiza una evaluación general de los distintos modelos. Esta discusión es pertinente, teniendo en consideración que, no obstante, los controles establecidos por el mandante, siempre existirá un ámbito en el cual el resultado dependerá de la capacidad del operador minero. En este sentido, ENAMI tiene que definir si está dispuesto a asumir el riesgo de no dirigir la operación, o desarrolla competencias centrales en la explotación de minas.

En la Tabla 11 se puede apreciar una evaluación de los distintos modelos. Considerando una ponderación de los distintos factores estratégicos del negocio, la modalidad más favorable es desarrollar un modelo en el cual ENAMI pueda internalizar las labores de planificación y control, y que un tercero realice el desarrollo y explotación de la mina, al cual se le cancele por las obras ejecutadas de acuerdo con una cierta calidad.

Tabla 11. Matriz de evaluación modelos.

Factor	Pond.	Modelo A	Modelo B	Modelo C	Modelo D
Genera Eq. Trabajo	10%	5	1	1	1
Contratista integral (1)	25%	5	3	1	1
Precios (2)	5%	3	3	5	3
Mejoras e innovaciones	5%	5	3	3	3
Riesgo del negocio	30%	1	1	5	5
Compartir ahorros	5%	5	3	1	1
Socio Estratégico	10%	3	1	5	1
Política Explotación Largo Plazo	5%	5	5	5	1
Control	5%	5	5	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>3.5</b>	<b>2.2</b>	<b>2.1</b>	<b>2.4</b>

Esta propuesta de modelo por obra se presenta como una alternativa razonable a evaluar íntegramente cuando la organización tenga un grado de madurez razonable en explotación de minas.

A continuación, se presentan los distintos lineamientos que involucra un contrato por obras.

### 9.1. MODELO POR SERIE DE PRECIO

El contrato por serie de precios debiera considerar un pago por las distintas labores que se realicen en la mina. En la Tabla 12, se muestran, a modo general, las distintas consideraciones que debiera incorporarse de acuerdo con el diseño que tengan las minas bases.

Tabla 12. Costeo modelo por serie de precio.

Obras	Detalle	Pago
Metros de Preparación	Galerías de acuerdo con sección y fortificación considerada.	(US\$/m)
Metros de Desarrollo Horizontales y verticales	Rampa Principal, Accesos nivel de transporte, acceso nivel de perforación, Chimenea de Ventilación.	(US\$/m)
Producción en Paneles.	LBH, Chimeneas VCR, Zanjas, Perforación de Realce, perforación de banqueo.	(US\$/ton)
Metros de sondajes diamantino	Perforación NQ, Perforación HQ	(US\$/m)
Excavaciones Anexas.	Levantes, Rebajes, Desquiches, entre otras	(US\$/m)
Fortificaciones	Pernos Split Set, Perno Lechado, perno fibra con resina, malla Acero, Shotcrete.	(US\$/unidad)
Cuadrilla acuñadora	Trabajo en sectores entregados que se encuentran con problemas de estabilidad, descarga de mallas.	(US\$/m)
Movilización y desmovilización.	Disponer y retirar las Instalaciones habilitadoras para la explotación.	US\$
Mantenimiento caminos	Habilitar caminos exteriores a la faena.	(US\$/m)
Transporte de mineral	Poner el mineral en planteles beneficiadores de ENAMI.	(US\$/t*km)

Esta modalidad requeriría que ENAMI se haga cargo de la planificación de la mina, la geología, el control topográfico, y la coordinación global de las obras en la faena, de modo que el operador minero se limite a la ejecución del trabajo. En la Tabla 13 se aprecia una estructura necesaria para realizar el control de esta modalidad de negocio. Un rol central lo tendría la planificación minera, la cual se encargaría de orientar los esfuerzos a una explotación racional y rentable de las reservas.

Tabla 13. Requerimientos de Staff modelo por serie de precio.

Procesos	Cargo	Turno	Cantidad	Costo Unitario (50.000 tpm)
Topografía de Minas	Topógrafo	7x7	2	0,09
Topografía de Minas	Alarife	7x7	2	0,05
Geología	Geólogo de Mina	7x7	2	0,16

Geología	Asistente Geológico	7x7	4	0,10
Geología	Geólogo Modelador	4x3	1	0,08
Planificación y Geomecánica	Ingeniero Planificador	4x3	1	0,07
Planificación y Geomecánica	Ingeniero Proyectista	4x3	1	0,06
Operación Mina	Jefe Operación Mina	4x3	1	0,08
Operación Mina	Jefe Turno	7X7	4	0,27
Seguridad y Medio Ambiente	Ingeniero Prevencionista A	7X7	1	0,08
Seguridad y Medio Ambiente	Prevencionista de Riesgo	7X7	2	0,09
Seguridad y Medio Ambiente	Ingeniero Medio Ambiente	4X3	1	0,05
Suministro y Logística	Administrador Faena	4X3	1	0,09
				1,26

Las distintas áreas consideradas serían las siguientes:

- Equipo de Planificación.

El equipo de planificación sería el encargado de generar el plan de largo plazo, el plan anual, el plan trimestral, y mensual, dándole los lineamientos de las labores que debiera realizar el operador minero.

- Equipo de geología.

El equipo sería el encargado de actualizar el modelo geológico para el corto, mediano y largo plazo, generando los insumos para una buena definición de los límites de la explotación del yacimiento.

- Equipo de Topografía

Este equipo tendría como rol, la ejecución de las demarcaciones que permitirían al operador realizar el avance o explotación de la mina. A su vez, sería la encargada de cuantificar las distintas labores realizadas para cerrar los estados de pago al operador minero.

- Operación Mina.

Este equipo realizaría la función de controlar y coordinar las operaciones de la mina, asegurándose que se cumpla con los estándares definidos.

- Seguridad y Medio Ambiente

El equipo de seguridad y medio ambiente sería el encargado de velar por el cumplimiento de las normativas internas y externas que regirían la explotación. Quedaría bajo su supervisión la actualización y seguimiento de los compromisos asumidos en los permisos.

#### 9.1.1. Consideraciones Modelo por serie de Precios.

Un modelo por serie de precios en que ENAMI tenga la responsabilidad de diseñar, planificar, y administrar la faena exige los siguientes requerimientos:

- Equipo humano amplio que cuente con los elementos necesarios para llevar un control riguroso de las labores ejecutadas en la mina.
- Personal especializado con experiencia en yacimientos de mediana minería, en las áreas de diseño, planificación, geología y operación de la mina.
- Procedimientos rigurosos de comunicación y aprobación de trabajos entre mandante y operador minero.
- Desarrollar la logística necesaria para trabajo en sistema de turnos.

#### 9.1.1.1. Ventajas del modelo por serie de Precios.

Una relación contractual establecida respecto al cobro por ítem, si bien exige un involucramiento intensivo del mandante en la explotación, permite una serie de beneficios:

- Desarrollar la explotación acorde al objetivo estratégico del mandante, completado en el diseño y plan minero. El desarrollo se debería realizar de acuerdo con el objetivo del mandante y de acuerdo con un estándar determinado, de lo contrario no se pagaría por obra no planificada y autorizada.
- Incentivar la ejecución de los desarrollos horizontales y verticales requeridos para la explotación de la mina.
- Pagar por obras solicitadas y que se entreguen de acuerdo con la calidad requerida.
- Responsabilizarse por ley de mineral explotado. El mandante al realizar la planificación asumiría de manera preponderante incumplimiento del fin considerado en la planificación minera.
- Ajustar la explotación a condiciones cambiantes de mercado y anisotropías propias del yacimiento.
- Evitar conflictos por ley de entrega de mineral y postergación de los desarrollos de la mina.
- Obtener know how de la explotación de minas, a través del involucramiento permanente en la faena.

#### 9.1.2. Responsabilidades del mandante y operador minero.

Bajo esta modalidad ENAMI asumiría el control y dirección de la de la faena, quedando bajo la responsabilidad del operador minero, tanto la ejecución de las obras como de todas las instalaciones de apoyo para la explotación. Por su parte, el operador minero tendría bajo su responsabilidad las siguientes obligaciones:

- Construcción de las instalaciones de la faena: Deberá proveer Casino, Taller mecánico, Polvorines, ventiladores, Refugios, Sala de reuniones, y servicios higiénicos. Esto será considerado como movilización del contrato, y deberá tener asociado un plan de hitos, para exigir cumplimiento de los tiempos del proyecto.

- Construcción de servicios al personal: Deberá encargarse del traslado de los operadores, y del servicio de alimentación, vigilancia e higiene de la faena.
- Proveer todos los insumos: Deberá encargarse de proveer el agua, la electricidad, y todos los insumos básicos para el buen funcionamiento de la faena.
- Todos los equipos: Proveerá todos los equipos necesarios para cumplir las obras consideradas en el contrato.

Todas las obras ejecutadas deberán ser acabadas íntegramente, esto quiere decir que no serán aceptadas como ejecutadas hasta que el representante de ENAMI acepte la entrega de las labores. En el caso de los desarrollos, estos deberán quedar de acuerdo con la sección, fortificación requerida y con los servicios exigidos, mientras que las labores de producción deberán generar el tamaño de colpa comprometido, y con las consideraciones de seguridad necesaria una vez que se abandone el área.

Los distintos horizontes de planificación irán constituyendo la proyección de las obras que deberá realizar. Estos planes serán entregados al operador minero en reuniones de coordinación para que planifique los recursos que requerirá para la ejecución de las obras.

Para dar inicio a las obras a ejecutarse, se generarán Órdenes de trabajo, las cuales contendrán las especificaciones topográficas de los avances y arranques requeridos. Todas las especificaciones serán indicadas en planos estandarizados y, en caso de no contar con las especificaciones, el jefe de turno será el encargado de aceptar la construcción para lo cual realizará con el operador una ingeniería de terreno.

El beneficio de controlar la planificación y supervisión del contrato es que los resultados que se vayan obteniendo podrán ser gestionados para reorientar al mejor resultado del negocio.

## 10. CONCLUSION.

El modelo de negocio de transitar hacia la explotación de minas propias ha demostrado ser exitoso en el objetivo de abastecer sus planteles metalúrgicos y disminuir los costos operacionales de la empresa. Cuenta de ello, da el contrato de explotación de mina Panulcillo, el cual ha permitido que planta Delta sea la de mejor desempeño en costo, producto del abastecimiento de minerales que ha permitido a la planta trabajar a su capacidad de diseño.

La propuesta de modelo de explotación mejorado para la mina Base de Planta El Salado, permitirá disminuir en 16 US\$/t el costo de la planta. Este escenario provocará que los costos del plantel productivo se ubiquen bajo los costos de la tarifa ENAMI, con lo cual la planta pasará a tener un margen positivo.

Si bien la construcción de una mina base puede contribuir con un valor importante para la empresa, la aplicación de este modelo de negocio requiere establecer los resguardos adecuados, para que el beneficio se capture de manera correcta tanto en la planta, que logra cumplir la meta de abastecimiento, como también en el negocio de explotación de la mina, que logra cumplir con sus metas: tonelaje, ley de mineral, fino alimentado a planta, metros de desarrollo y aumento de los recursos minerales.

La experiencia del contrato integral de explotación de mina Panulcillo, que involucra la tercerización global de todos los servicios de operación de la mina, ha demostrado que se requieren establecer resguardos tanto en la relación contractual como en la capacidad de supervisión de ENAMI para que no existan desviaciones respecto a los objetivos del negocio. Entre los elementos que contribuyeron a generar estas brechas se puede mencionar: débil estructura organizacional del mandante, ineficiente manejo de las solicitudes de cambio, débil gestión del conocimiento, incapacidad de realizar trazabilidad de la ley de la mina, incapacidad de controlar diluciones de la ley, incapacidad de aplicar penalizaciones, inexistente trabajo colaborativo, débil poder de negociación de ENAMI, y excesiva rotación del equipo del mandante.

Una medida indispensable para enfrentar las debilidades evidenciadas en el contrato es la consideración de un staff de profesionales en las áreas estratégicas del negocio, que pueda ejercer los controles, seguimientos y planes que orientes la explotación al cumplimiento del objetivo del negocio en un ambiente colaborativo con el contratista. Una estructura adecuada permitirá los siguientes beneficios para ENAMI: Un buen manejo de la gestión de cambios al alcance, un control topográfico oportuno, poder realizar trazabilidad de la ley de la mina, aplicar de manera justa las penalizaciones a la tarifa del operador, y realizar un seguimiento de todas las obligaciones del operador establecidas en el contrato.

Para el correcto funcionamiento de esta estructura e interacciones entre las partes, se han definido los requerimientos de personal, roles y responsabilidades, espacios de interacción, traspaso de información y trabajo conjunto del comité técnico para resguardar cambios al alcance del contrato, y establecer la base de las exigencias para la aplicación de las penalizaciones por incumplimientos de las siguientes variables:

Tonelaje de mineral extraído, ley de mineral entregado en planta, metros de desarrollos efectuados, equipos mineros requeridos, y personal clave comprometido.

Existen distintos resguardos técnicos que son necesarios incorporar en el contrato para dotar a ENAMI de una capacidad de control efectiva, entre los más significativos se puede mencionar: facultad de aprobar planes mineros, facultad de acceder a información de ingeniería y de la operación de la explotación, facultad de aprobar los profesionales del operador minero, facultad de exigir los equipos mineros comprometidos en la oferta técnica, facultad de paralizar la mina, facultad de definir margen del nivel de producción de la mina.

Si bien existen elementos que ENAMI debe reorientar para la explotación de la mina base de planta El Salado, existen una serie de fortalezas que deben mantenerse, entre ellas se puede mencionar: resultado de la gestión de seguridad y medio ambiente, capacidad de cumplir nivel de producción, *know how* operador minero, equipos de producción adecuados y calidad del resultado de las labores mineras.

Con todo, en un contrato en el cual el mandante le confiere al operador minero la totalidad de las actividades estratégicas de la explotación de una mina, es fundamental realizar controles e involucrarse en los procesos estratégicos que definen el negocio para evitar desviaciones respecto a la promesa de valor.

Por último, es necesario constatar que, si bien se han propuesto mejoras al modelo actual de explotación existente en ENAMI, es relevante considerar al mediano plazo, una vez que la empresa logre madurez en explotación de minas, evaluar otras modalidades de negocio de explotación de minas, las cuales le permitan tener un mayor impacto en los resultados del negocio. Ello, exige que ENAMI defina sus competencias centrales y externalice servicios específicos de la operación de una mina.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Campero, M. y Alarcón M.R. 2014. Administración de proyectos civiles. 3a ed. Santiago, Ediciones UC. 509p.

Roben J. y Terry L. 2015 Project Management for minning. Handbook for Delivering Project Success. Society for mining, metallurgy & Exploration (SME). 649 p.

Ian C . 1998. Mining Economics and Strategy. Society for mining, metallurgy & Exploration (SME). 295 p.

CAMPERO, M. 2013. Rol de los principios de administración de proyectos en el manejo de contratos de obras civiles. Revista de ingeniería de construcción. (28): 81-94.

Campero M. 1992. Prevención y manejo de reclamos en contratos de obras civiles, Revista Ingeniería de Construcción (13).

CURSO DE CAPACITACIÓN. Administración Integral de Contratos: 8 y 9 de abril 2019. Santiago, Empresa Nacional de Minería. 54p

Contrato de Ejecución de Obra y Transporte: Desarrollo, Preparación, Explotación y Transporte de mineral Mina Cinabrio- Planta los Mantos. Minera Altos de Punitaqui LTDA. & Ingeniería y Construcciones Mas Errazuriz Limitada. 2012

Contrato de "Desarrollo y Producción Mina Candelaria Norte Minera Aurex (CHILE) Limitada. 2005

Contrato de "Desarrollo, Preparación y Explotación Subterránea Mina Panulcillo. 2009.

Bases Administrativas y técnicas de proceso de Licitación "Desarrollo, Preparación y Explotación subterránea de mina Panulcillo.

Ingeniería Basica Mina Panulcillo Proyecto Delta. SIGA Consultores SA. 2008. 94 p