



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

**EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INTERNALIZACIÓN PARA LAS MINAS DE  
OJOS DEL SALADO, LUNDIN MINING CORPORATION**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL DE MINAS**

**IGNACIO ANDRÉS JARA MOYA**

**PROFESOR GUÍA:  
ALFONSO OVALLE WALKER**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN  
NELSON NAVARRO CASTILLO  
GABRIEL PAIS CERNA**

**SANTIAGO DE CHILE  
2017**

## Resumen

Este estudio plantea una propuesta de Internalización de las operaciones y servicios de desarrollo, producción, carguío y transporte de las minas Santos y Alcaparrosa de Lundin Mining Corporation, con su evaluación técnica y económica, donde es comparada con el caso base de continuar las operaciones con el modelo actual de contratistas Geovita, Santa Elvira y JMT, que tienen **585** trabajadores y **58** equipos que operan ambas minas. El gasto operacional anual asociado a este modelo es de **50,903** KUSD\$, suma que se reajusta anualmente en un 3% para la comparación económica mediante la herramienta de análisis Valor Presente Neto (VPN).

La propuesta de Internalización planteada es fiel al modelo actual de operación y responde a una iniciativa agresiva debido a que se realizó bastante ajustada a los requerimientos de producción. Dicho lo anterior, esta alternativa propone la incorporación de **448** personas y **57** equipos para la operación, significando una inversión de **30,832** KUSD\$ y un costo operacional anual de **32,302** KUSD\$. La magnitud de la disminución de personal, se debe principalmente a la eliminación del trabajador “espejo”, que se manifiesta en los modelos de servicios externalizados.

Luego de determinar la inversión y gastos asociados a la propuesta de Internalización, se procede con la comparación económica mediante VPN. Para esto fue necesario indagar sobre el resto de los costos e impuestos para obtener los flujos de caja de los cinco años para los que se analiza el proyecto. Según esto el VPN de la propuesta genera un superávit de **29,291** KUSD\$ comparándolo con la opción de continuar con el modelo contratista (15% más). Pero como todo proyecto, tiene ciertos riesgos no menores, que no están considerados en el valor obtenido, los riesgos fueron cuantificados y considerados en los flujos de caja, disminuyendo el superávit obtenido a **10,347** KUSD\$ (5% más que el caso base). Como la propuesta es agresiva, se propone la opción de incorporar cinco equipos más con su personal respectivo para tener una holgura productiva, lo que hace disminuir en **10,728** KUSD\$ el VPN. La pérdida de VPN de los riesgos y de la mayor holgura reducen la ganancia económica del proyecto a **-318** KUSD\$, descartando totalmente la justificación económica, ya que la ganancia es poco clara y significativa para la corporación.

Descartada la razón económica de llevar a cabo la propuesta, queda analizar la justificación técnica o estratégica, donde se plantea que la Internalización permitirá mejorar la eficiencia de los procesos, permitirá una gestión directa sobre la cadena principal del negocio, mejorará la gestión de Información, lo que generará que la empresa esté en mejor posición para las condiciones variables del mercado. En este análisis se determina que dichas razones son secundarias en comparación con la principal motivación, que es la de generar ganancia económica y pueden ser logradas con el modelo contratista mediante un control más exhaustivo y bajo ciertas condiciones de mejora en los contratos. Por ello se recomienda **NO** llevar a cabo el proyecto de Internalización, debido a que no hay razones fuertes que la justifiquen y por el impacto en todo ámbito que significa un proyecto de esta envergadura.

Con el objetivo de complementar el análisis, se desarrolló una planificación para la implementación de la propuesta bajo ciertos supuesto, de modo que sirva como guía en caso de no considerar la recomendación de este estudio de no internalizar.

## Abstract

This study raises an Insourcing proposal to the operations and services of development, production, loading and hauling for Santos and Alcaparrosa mines of Lundin Mining Corporation, with its technical and economic evaluation, where it is compared with the base case of continuing operations with the current model of contractors with Geovita, Santa Elvira and JMT, which has 585 workers and 68 equipment operating both mines. The operational expense associated with this model is 50,903 KUSD \$, a sum that is adjusted annually by 3% for the economic comparison using the Net Present Value (NPV) analysis tool.

The Insourcing proposal raised in this study is faithful to the current model of operation and responds to an aggressive initiative because it was made quite adjusted to the production requirements. That said, this alternative proposes the incorporation of 448 workers and 57 equipment for the operation, meaning an investment of 30,832 KUSD \$ and an operating cost of 32,302 KUSD \$. The magnitude of the decrease in personnel is mainly due to the removal of the “mirror worker”, which is manifested in the models of outsourced services and the decrease in equipment is explained by the incorporation of new and greater equipment.

After determining the investment and expenses associated with the Insourcing proposal, we proceed with the economic comparison through VPN, for this it was necessary to inquire about the rest of the costs and taxes to obtain the cash flows of the five years for the analyzed the project. Per this the VPN of the proposal generates a surplus of 29,291 KUSD \$ compared to the option to continue with the contractor model (15% more). But as with any project, it has certain non-minor risks, which are not considered in the value obtained, the risks were quantified and considered in the cash flows, reducing the surplus obtained to 10,347 KUSD \$ (5% more than the base case). As the proposal is aggressive, it is proposed to incorporate five more equipment with their respective personnel to have a productive slack, which reduces the VPN by 10,728 KUSD \$, which added to the risks makes the economic profit of the project is - 318 KUSD \$, totally discarding the economic justification, since the gain is unclear and insignificant for the corporation.

Discarded the economic reason for carrying out the proposal, it is necessary to analyze the technical or strategic justification, where it is proposed that Insourcing will improve the efficiency of processes, allow direct management of the main business chain, improve Information management, will generate that the company is in better position for the variable conditions of the market. This study determines that these reasons are secondary in comparison to the main motivation, which is to generate economic gain and can be achieved with the contractor model through a more exhaustive control and under certain conditions of improvement in the contracts, determining that NO the Insourcing project must be carried out, because there are no strong reasons to justify it and the impact of this project.

To complement this study, is raised a planning for the implementation of the proposal under certain assumptions that serve as a guide in case of not considering the recommendations of this study.

## Agradecimientos

Le dedico este logro al pilar fundamental en mi vida, mi familia partiendo por mis padres Juan y Patricia por su incondicional amor y apoyo, muy importante para mis éxitos, a mi segunda madre Verónica y prima Camila por su cariño y palabras de aliento, a mis hermanos Juan y Francisco por ser modelos a seguir y al resto de mi familia por todo el cariño que me entregan, especialmente mis sobrinitos Carolina, Franco y Panchito.

Agradecer a mi polola Valentina por su amor, apoyo y comprensión durante todo el proceso de memoria, a Rodolfo por la amistad y compañía durante los 6 años de carrera y a Daniel por el apoyo que significó en la ciudad de Copiapó.

Muchas gracias a mi tutor y coguía Nelson por el infinito conocimiento, enseñanzas y apoyo durante el proceso de memoria en la empresa, a don Patricio y a don Giglio por la oportunidad y confianza que me dieron al aceptarme como memorista en Lundin.

Gracias a mi profesor guía Alfonso y profesor integrante Gabriel, por sus conocimientos, críticas y apoyo para el desarrollo de este estudio.

Muchas gracias a quienes me acompañaron a lo largo de mi carrera y vida, por los buenos carretes y momentos, a mis amigos y compadres mineros, Lelognes y Picuos: Vecino, Tomas, Gringo, Alvarito, Papaya, Chico, Falopita, Raulito, Cañon, Oscarito, Nuñez, Loco Aguerox, Huaiqui, Basti y Diego. Gracias al CAM 2016 por el apoyo y paciencia, al resto de mis compañeros de futbol y amigos del glorioso departamento de Ingeniería de Minas y de la FCFM.

Gracias a Los Cabros por los carretes y salidas para matar el estrés, Nano, Tito, Luchin, Ema, Edu, Zorro, Rusio, Sanhue, Mafia, Pato, Mauro y Seba. Agradezco a mis amigos de infancia por el apoyo, a mi mejor amigo Sebastián, Cachete, Limón, Jorgito y resto de amigos.

Finalmente, un agradecimiento especial al cielo a mi nanita por todo el cariño y por atribuir a mi formación como persona.

¡Muchas Gracias!

## Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	1
1.1.	Lundin Mining Corporation, Distrito Candelaria. ....	2
1.1.1.	LMC Services Chile SPA.....	5
1.2.	Motivación.....	5
1.3.	Objetivos.....	6
1.3.1.	Objetivo General.....	6
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	6
1.4.	Alcances.....	6
2.	Antecedentes.....	8
2.1.	Método de Explotación Sublevel Stopping con variación LBH.....	9
2.2.	Transporte de Mineral en Mina Santos y Alcaparrosa.....	11
2.3.	Forecast de producción Minas de Ojos del Salado.....	12
2.4.	Empresas Contratistas.....	13
2.4.1.	Geovita, Desarrollo y Producción.....	14
2.4.2.	Santa Elvira, Carguío y Transporte.....	18
2.4.3.	JMT, Servicios Mina.....	20
3.	Metodología.....	23
4.	Benchmarking Proyectos de Internalización.....	25
4.1.	Proceso de Internalización El Salvador.....	25
4.2.	Proceso de Internalización Minera El Peñon.....	27
5.	Evaluación Estratégica del Proyecto de Internalización.....	30
5.1.	Visión General para el análisis del proyecto de internalización.....	30
5.2.	Operaciones Externalizadas.....	39
5.3.	Operaciones Internalizadas.....	40
5.4.	Análisis FODA Internalización.....	42
6.	Dimensionamiento y Selección de Equipos.....	43
6.1.	Equipos Desarrollo y Producción.....	43
6.1.1.	Equipos de Perforación Horizontal.....	43
6.1.2.	Equipos de Banqueo y Realce de Caserón.....	45
6.1.3.	Equipos Auxiliares.....	47
6.2.	Dimensionamiento y Selección de equipos Carguío y Transporte.....	48
6.2.1.	Dimensionamiento y Selección Flota de Transporte.....	48
6.2.2.	Dimensionamiento y selección Flota de Carguío Load Haul Dump.....	55
6.2.3.	Dimensionamiento Equipos Auxiliares Carguío y Transporte.....	58

6.3.	Costos Materiales y Servicios.....	59
6.4.	Costos de Mantenimiento de Equipos.....	61
7.	Contratación y Selección de Personal .....	65
7.1.	Definición del Empleador y Jornada Laboral .....	65
7.1.1.	Análisis Empleador Óptimo .....	66
7.1.2.	Análisis Jornada Laboral .....	66
7.2.	Definición Perfil Operador-Mantenedor y Fuentes de Reclutamiento .....	68
7.3.	Dotación laboral para el proyecto de Internalización .....	69
7.4.	Costo por Mano de Obra Internalizada.....	73
8.	Evaluación Económica Proyecto de Internalización .....	75
8.1.	Análisis Resumen de Costos.....	75
8.2.	Supuestos Económicos .....	77
8.3.	Evaluación Económica con VPN.....	79
8.3.1.	Flujo de Caja Caso Base, Continuidad Empresas Contratistas .....	79
8.3.2.	Flujo de Caja Proyecto de Internalización con Inversión Año Cero. ....	80
8.3.3.	Flujo de Caja Proyecto de Internalización con Leasing Financiero .....	81
8.4.	Cuantificación de Riesgos, efectos y Sensibilidad Económica .....	82
8.5.	Variaciones a la propuesta de Internalización .....	87
8.5.1.	Propuesta de Internalización Holgada .....	87
8.5.2.	Evaluación de Camiones Mineros Subterráneos .....	88
9.	Implementación Proyecto de Internalización .....	90
10.	Conclusiones y Recomendaciones .....	93
11.	Bibliografía.....	96
	Anexo A.....	98
A.1	Índices y Tiempos Asarco .....	99
A.2.	Flujo de Caja.....	100
A.3.	Valor Presente Neto .....	101
	Anexo B.....	102
B.1.	Costos Acero Perforación .....	103
B.2.	Costos Acero Fortificación .....	103
B.3	Costos Explosivos.....	104
B.4.	Cantidad Consumo de Explosivos .....	105
	Anexo C.....	106
C.1	Energía y Mantenimiento.....	107
C.2	Gastos de Administración y Otros .....	107

## Índice de Tablas

Tabla 1. Personal de gestión y supervisión de operaciones y mantenimiento. ....	5
Tabla 2. Producción Minas Ojos del Salado. ....	12
Tabla 3. Forecast de producción Anual de minas Ojos del Salado. ....	12
Tabla 4. Commodities pagables Santos a PAC. ....	12
Tabla 5. Commodities Pagables Santos a Candelaria. ....	12
Tabla 6. Commodities Pagables Alcaparrosa a Candelaria. ....	12
Tabla 7. Precio Actual y a utilizar en la evaluación económica. ....	13
Tabla 8. Características Empresas Contratistas. ....	13
Tabla 9. Costos 2016 empresas contratistas. ....	14
Tabla 10. Equipos para desarrollo y producción Geovita. ....	14
Tabla 11. Personal Operacional Geovita. ....	15
Tabla 12. Personal de Apoyo Operación Geovita. ....	15
Tabla 13. Costos Geovita por actividad. ....	16
Tabla 14. Distribución de Costos Mano de obra, Equipos y materiales Geovita. ....	17
Tabla 15. Proyección de Costos Desarrollo y Producción Geovita. ....	17
Tabla 16. Equipos Operacionales Santa Elvira. ....	18
Tabla 17. Personal Operacional Santa Elvira. ....	19
Tabla 18. Personal de Apoyo Operación Santa Elvira. ....	19
Tabla 19. Distribución de Costos Santa Elvira. ....	19
Tabla 20. Proyección de Costos de Carguío y Transporte Santa Elvira. ....	20
Tabla 21. Dotación de Personal JMT Servicios Minas Ojos del Salado. ....	21
Tabla 22. Equipos, Insumos y Gastos Generales Servicios Minas Ojos del Salado. ....	22
Tabla 23. Estimación Costos Anuales Servicios Mina JMT. ....	23
Tabla 24. Mina El Peñon, Yamana Gold. ....	28
Tabla 25. Equipos Minera El Peñon. ....	29
Tabla 26. Evolución Personal Minera El Peñon Mantenimiento. ....	29
Tabla 27. Ejercicio de cuantificación huelga. ....	38
Tabla 28. Ventajas y Desventajas Operaciones Externalizadas. ....	39
Tabla 29. Ventajas y Desventajas de las Operaciones Internalizadas. ....	40
Tabla 30. Tabla de Tiempos Asarco Operación Jumbo. ....	44
Tabla 31. Dimensionamiento Jumbos de Avance y fortificación. ....	44

Tabla 32. Inversión Flota de Jumbo Atlas Copco 282. ....	45
Tabla 33. Tiempo Asarco Flota DTH. ....	45
Tabla 34. Dimensionamiento de Flota DTH para banqueo. ....	46
Tabla 35. Inversión para adquirir flota de DTH para Banqueo. ....	46
Tabla 36. Índices Asarco para las horas de operación efectiva. ....	49
Tabla 37. Trayectos para el dimensionamiento de camiones. ....	49
Tabla 38. Parámetros Transporte Santos a Planta PAC. ....	50
Tabla 39. Cálculo de Flota de camiones Santos a Planta PAC. ....	50
Tabla 40. Cálculo de Flota de camiones Santos-Cancha K-Cancha K2. ....	51
Tabla 41. Cálculo de Flota de Camiones Alcaparrosa a Cancha Superficie. ....	52
Tabla 42. Inversión Total Flota de Transporte Minas UG. ....	52
Tabla 43. Distancia y Velocidad hacia punto B cargado. ....	53
Tabla 44. Cálculo Flota de camiones Transporte mineral hacia Punto B. ....	54
Tabla 45. Inversión Transporte a Punto B. ....	54
Tabla 46. Tiempos de Asarco para dimensionamiento de Flota LHD. ....	55
Tabla 47. Características Generales para el dimensionamiento Flota LHD. ....	56
Tabla 48. Dimensionamiento de Flota de LHD. ....	57
Tabla 49. Inversión Flota de Carguío. ....	57
Tabla 50. Costos Materiales y Servicios Anual Desarrollo. ....	59
Tabla 51. Costo Materiales y Servicios Anual Fortificación. ....	59
Tabla 52. Costo Materiales y Servicios Anual Perforación y Tronadura. ....	60
Tabla 53. Costo Materiales y Servicios Anual Carguío y Transporte. ....	60
Tabla 54. Resumen Costos materiales y servicios proyecto de Internalización. ....	61
Tabla 55. Costo de Mantenimiento Equipos para el Desarrollo y Fortificación. ....	61
Tabla 56. Costo de Mantenimiento Equipos para Perforación y Tronadura. ....	62
Tabla 57. Costo Mantenimiento y desgaste de aceros Equipos Primarios Carguío y Transporte. ....	63
Tabla 58. Costo Mantenimiento y desgaste de aceros Equipos Secundarios Carguío y Transporte. ...	64
Tabla 59. Resumen Costo Mantenimiento Anual Proyecto de Internalización. ....	64
Tabla 60. Jornada Laboral 4x4 versus 7x7. ....	67
Tabla 61. Fortalezas y Debilidades Jornada 4x4. ....	68
Tabla 62. Fortalezas y Debilidades Jornada Laboral 7x7. ....	68
Tabla 63. Dotación Personal Desarrollo y Fortificación. ....	70

Tabla 64. Dotación Personal de Perforación y Tronadura de Producción.....	70
Tabla 65. Dotación de Personal Carguío y Transporte Proyecto de Internalización.....	71
Tabla 66. Dotación de Personal Mantenimiento Proyecto de Internalización. ....	72
Tabla 67. Personal con Horario Administrativo de Mantención y Complementarios .....	72
Tabla 68. Aumentos al sueldo Base y Renta total anual Mensualizada (RTAM). ....	73
Tabla 69. Valor Seguros Mano de Obra Mensual. ....	73
Tabla 70. Costo Total Empresa Dotación Personal Proyecto de Internalización [CLP\$]. ....	74
Tabla 71. Gastos complementarios Proyecto de Internalización.....	75
Tabla 72. OPEX Mina Proyecto Internalización base 2016.....	76
Tabla 73. Gastos No Internalizados reajustados al 2018.....	76
Tabla 74. Costos Planta, Generales y Administración Ojos del Salado. ....	77
Tabla 75. Inversión Proyecto de Internalización. ....	77
Tabla 76. Producción Concentrado, Cobre, Oro y Plata Pagable Ojos del Salado. ....	78
Tabla 77. Ingresos por Magnetita Salado. ....	78
Tabla 78. Factores para la evaluación de Proyecto. ....	78
Tabla 79. Flujo de Caja Evaluación Económica con Empresas Contratistas. ....	79
Tabla 80. Flujo de Caja Proyecto Internalización opción inversión en el año cero .....	80
Tabla 81. Flujo de caja Proyecto Internalización con opción Leasing Financiero.....	81
Tabla 82. Flujo de Caja Proyecto de Internalización incorporando los Riesgos.....	84
Tabla 83. Variaciones de equipos y dotación para la propuesta de Internalización.....	87
Tabla 84. Costos de Insumos, materiales, servicios y mantención.....	87
Tabla 85. Variaciones económicas de la propuesta de Internalización Holgada.....	88
Tabla 86. Comparación de Inversión y OPEX Sin Mano de Obra camiones.....	89
Tabla 87. Comparación Costo de Mano de Obra Camiones. ....	89
Tabla 88. Diferencias Económicas Alternativas de Camiones.....	90
Tabla 89. Fechas de llegada estimada de los equipos.....	91
Tabla 90. Fechas de Contratación de Personal Proyecto de Internalización. ....	91
Tabla 91. Carta Gantt Proyecto de Internalización.....	92

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Ingresos por Mineral Lundin Mining Corporation.....	2
Gráfico 2. Ingresos por Distrito Lundin Mining Corporation. ....	3
Gráfico 3. Estadística de producción y costo C1 por trimestre 2016. ....	4
Gráfico 4.Forecast de producción y costo C1.....	4
Gráfico 5. Distribución de costos por actividad Geovita.....	16
Gráfico 6.Distribución de Costos Mano de obra, Equipos y materiales Geovita. ....	17
Gráfico 7. Distribución de Costos Santa Elvira.....	20
Gráfico 8.Distribución de Gastos Anuales Servicios Mina JMT. ....	22
Gráfico 9. Evolución Precio del Cobre.....	30
Gráfico 10. Evolución Producción de Cobre Fino Chileno.....	31
Gráfico 11.Gráfico de la evolución de la productividad de la Gran Minería Chilena.....	31
Gráfico 12. Evolución de la Composición del empleo Directo Minero en Chile.....	32
Gráfico 13. Variación Cash Costo.....	33
Gráfico 14. Variación de aspectos del Cash Cost 2000-2015. ....	34
Gráfico 15.Matriz de Riesgos del Proyecto de Internalización Minas UG .....	37
Gráfico 16. Load Haul Dump Finning CAT R1700G de 14 toneladas. ....	55
Gráfico 17. Costos Materiales y Servicios Anuales para el proyecto de Internalización.....	61
Gráfico 18. Costos Mantenimiento Anuales para el proyecto de Internalización. ....	65
Gráfico 19. Resumen Costos Proyecto de Internalización, base 2016. ....	76
Gráfico 20. Probabilidad y cuantificación de Riesgos asociados a la Internalización. ....	83
Gráfico 21. Sensibilidad al Sueldo Base e Inversión del proyecto de Internalización.....	85
Gráfico 22. Sensibilidad a la disminución de la producción debido a Equipos y Mano de obra deficientes.....	86

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación Complejos Mineros Lundin Mining Corporation Chile.....	1
Ilustración 2. Presencia Mundial Lundin Mining Corporation.....	2
Ilustración 3. Método de explotación Sublevel Stopping.....	9
Ilustración 4. Esquema Operativo método Sublevel Stopping con variación LBH. ....	10
Ilustración 5. Ejemplo de Secuencia de explotación con LBH. ....	10
Ilustración 6. Esquema de transporte de Mineral. ....	11
Ilustración 7. División El Salvador Codelco. ....	26
Ilustración 8. Ubicación Mina El Peñon Yamana Gold. ....	27
Ilustración 9. Jumbo Atlas Copco 282 FOPS/ROPS.....	44
Ilustración 10. DTH Atlas Copco M4C ITH. ....	46
Ilustración 11. Perforación de Realce.....	46
Ilustración 12. Simba M7C TH para perforación radial. ....	47
Ilustración 13. Esquema de transporte de minerales minas UG.....	49
Ilustración 14. Mercedes Benz Actross 4144 de 35 toneladas. ....	52
Ilustración 15. Trayecto desde cancha superficie y K a Punto B. ....	53
Ilustración 16. Tracto Camión Mercedes Benz Actros 3351.....	54
Ilustración 17. Alternativas Camiones Interior Mina. ....	88

## Índice de Esquemas

Esquema 1. Metodología General del Trabajo de Título.....	23
Esquema 2. Metodología del Desarrollo del Trabajo de Título. ....	25
Esquema 3. Análisis FODA proyecto de internalización minas UG.....	42
Esquema 4. Equipos Auxiliares para el desarrollo y producción. ....	47
Esquema 5. Equipos Auxiliares Minas UG.....	58

## 1. Introducción

Lundin Mining Corporation es una empresa de origen canadiense, la cual sustenta su negocio en la explotación de recursos minerales principalmente cobre, níquel y zinc con operaciones en países como Estados Unidos, Suecia, Portugal y Chile. En Chile, en noviembre del año 2014, incorporó el 80 % de la propiedad de las compañías contractuales mineras Candelaria (CCMC) y Ojos del Salado (CCMO) ubicados en las cercanías de la comuna de Tierra Amarilla que está a 20 km de la ciudad de Copiapó en la III región de Atacama y a 650 msnm (Ilustración 1).

Ambos complejos tienen un acceso fácil debido a la conexión mediante el sistema de carreteras públicas, significando tiempos de 30 minutos de traslado del personal desde Copiapó. El personal empleado por Candelaria y Ojos del Salado es principalmente de Copiapó y Tierra Amarilla, permitiendo que los trabajadores tengan acceso diario a los servicios regulares de una ciudad.



*Ilustración 1. Ubicación Complejos Mineros Lundin Mining Corporation Chile.*

El complejo minero Ojos del Salado está compuesto por las minas subterráneas Santos y Alcaparrosa (Minas UG) y la planta Pedro Aguirre Cerda (PAC) que solo recibe mineral diario de Santos. Las Minas de Ojos del Salado son explotadas por el método subterráneo Sublevel Stopping con variación LBH y sus operaciones están a cargo de empresas contratistas. Las producciones de las minas Santos y Alcaparrosa corresponden a 5,100 y 4,300 ton/día respectivamente, el 74% de la producción de Santos alimenta la planta concentradora PAC y el resto se dirige a la Planta de Candelaria que sumado a la producción de Alcaparrosa, Candelaria Norte y Rajo Candelaria procesa 80,000 ton/día.

Debido a que las minas se encuentran ubicadas en el radio urbano de la comuna de Tierra Amarilla es de suma importancia la interacción con la comunidad, ya que se generan una serie de limitaciones lo que hace relevante la necesidad de un transporte en superficie con camiones de carretera para cumplir con los permisos viales, realizar tronaduras con un mínimo de vibraciones y generar instancias de participación ciudadana para mantener de buena manera las relaciones comunitarias.

Es importante conocer en cifras a la empresa dueña de las propiedades mineras Santos y Alcaparrosa, en específico lo fundamental del distrito Candelaria y la motivación que mueve el título del estudio a desarrollar, temas que se abordan en las siguientes secciones.

1.1. Lundin Mining Corporation, Distrito Candelaria.

Lundin Mining Corporation es una empresa canadiense y corresponde al brazo minero metálico de un holding de empresas dedicada al rubro de los recursos naturales. Lundin Mining Corporation, tiene presencia en el mercado de los commodities de Plomo, Níquel, Zinc y Cobre, teniendo como subproducto Oro y Plata. En el Gráfico 1, se puede observar que el Cobre genera el 67% de los ingresos de la compañía, los distritos que explotan dicho mineral corresponde a Eagle el cual se encuentra en Michigan, Estados Unidos y Candelaria, este último ubicado en Chile, III región de Copiapó, específicamente en las cercanías de Tierra Amarilla.



Ilustración 2. Presencia Mundial Lundin Mining Corporation.

**PORCENTAJE DE INGRESOS POR MINERAL**

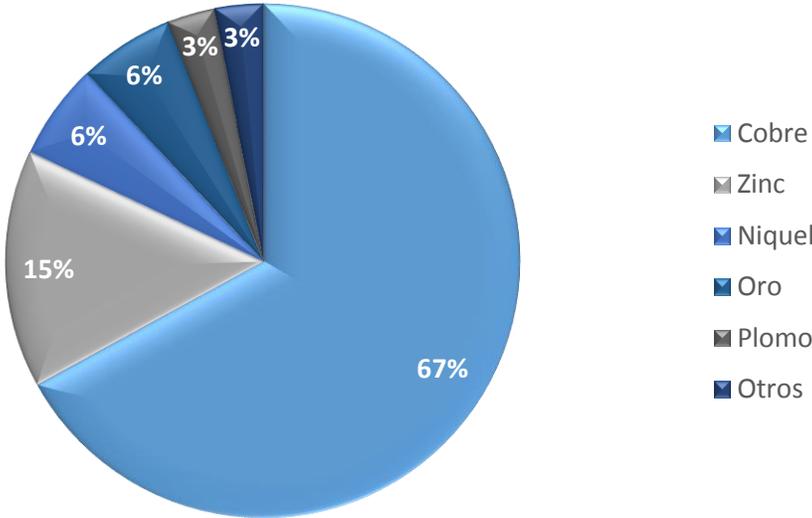


Gráfico 1. Ingresos por Mineral Lundin Mining Corporation.

Lundin Mining Corporation lleva a cabo su explotación de recursos mineros en varios países, donde su ingreso del año 2016 fue de 370,000 KUSD\$, la importancia del distrito que se ubica en Chile, Candelaria se puede notar en el Gráfico 2, el cual considerando el rajo y las tres minas subterráneas genera el 57% de los ingresos de la compañía completa, es cierto que es la operación de rajo abierto la que mayor porcentaje entrega y que las minas de Ojos del Salado solo aportan con el 3% del ingreso total, pero no dejan de ser relevantes para la producción del distrito y además se estima que su producción aumente en unos años para suplir la baja de mineral que tendrá el rajo en el futuro.

### PORCENTAJE DE INGRESOS POR DISTRITO MINERO

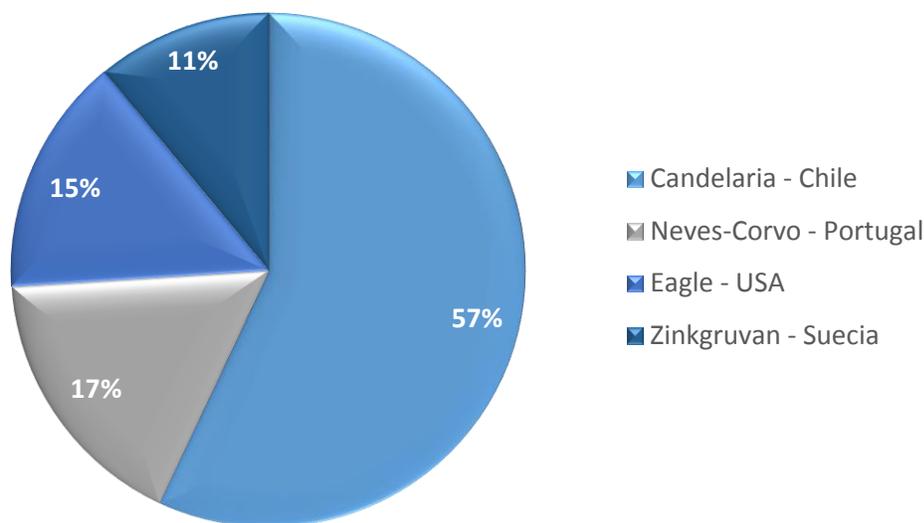


Gráfico 2. Ingresos por Distrito Lundin Mining Corporation.

La empresa tiene como misión desarrollar y actualizar constantemente su cartera de recursos mineros, la cual, proporciona excelentes retornos para sus accionistas, para esto los objetivos de la empresa se materializan en generar un flujo constante de oportunidades de desarrollo, tener una cultura de alto rendimiento, generar un balance de empresa sólido, maximizar el valor de las operaciones existentes con ética y transparencia, paralelamente ir incorporado el valor de la seguridad y ser una de las compañías más productivas y respetable en el rubro minero.

Se puede observar la importancia del distrito Candelaria para los ingresos de Lundin Mining Corporation, correspondiente al 57%, resultando interesante conocer la estadística de producción y comportamiento del Cash Cost o C1 (incluye costos directos de mina, costos de molienda y concentración, fletes por transporte del concentrado, gastos generales y de administración, costos de venta, entre otros) por trimestre del año. En el Gráfico 3, se observa la estadística de producción y C1 de los cuatro trimestres del año 2016 junto con el primero del 2017, donde se observa principalmente una disminución de producción en el paso del año 2016 al 2017 de casi 10 ktmf, comparándose con el aumento del Q3 al Q4. Por otro lado, el C1 tuvo una tendencia pareja, aumentando durante el año 2016, pero disminuyendo en 0.13 centavos a comienzos del año 2017.

Complementado a la información anterior, en el Gráfico 4, se presenta el Forecast de producción y costo C1 para el distrito Candelaria, lo que muestra una tendencia a la baja de la producción y un aumento del C1 del distrito, explicado principalmente por la baja de leyes y aumento de profundidad del rajo Candelaria (72% de la producción de finos del distrito), lo que se espera ser en parte compensada por el crecimiento de las minas subterráneas y una buena gestión de recursos.

Para abordar de mejor manera el aumento de producción, disminuir los costos y generar una optimización del plan de negocio actual, surge la idea de internalizar las operaciones motivada por ciertas razones que hacen creer que será una solución eficiente para afrontar los futuros problemas, dichas justificaciones a la idea de Internalizar es lo que se busca evaluar en este estudio.

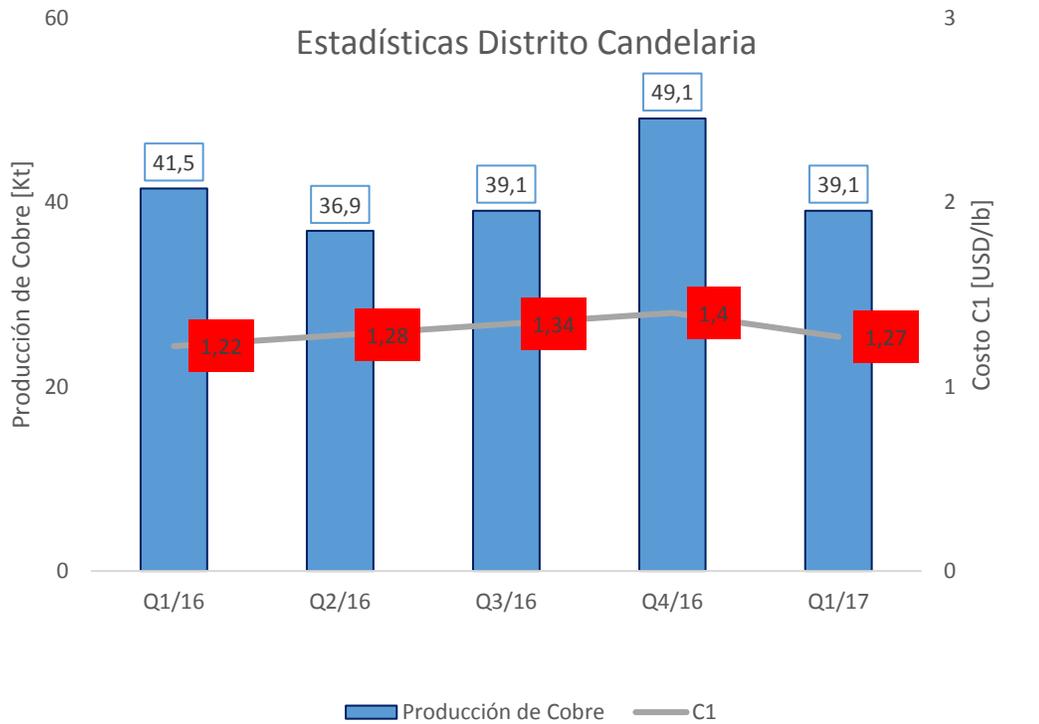


Gráfico 3. Estadística de producción y costo C1 por trimestre 2016.

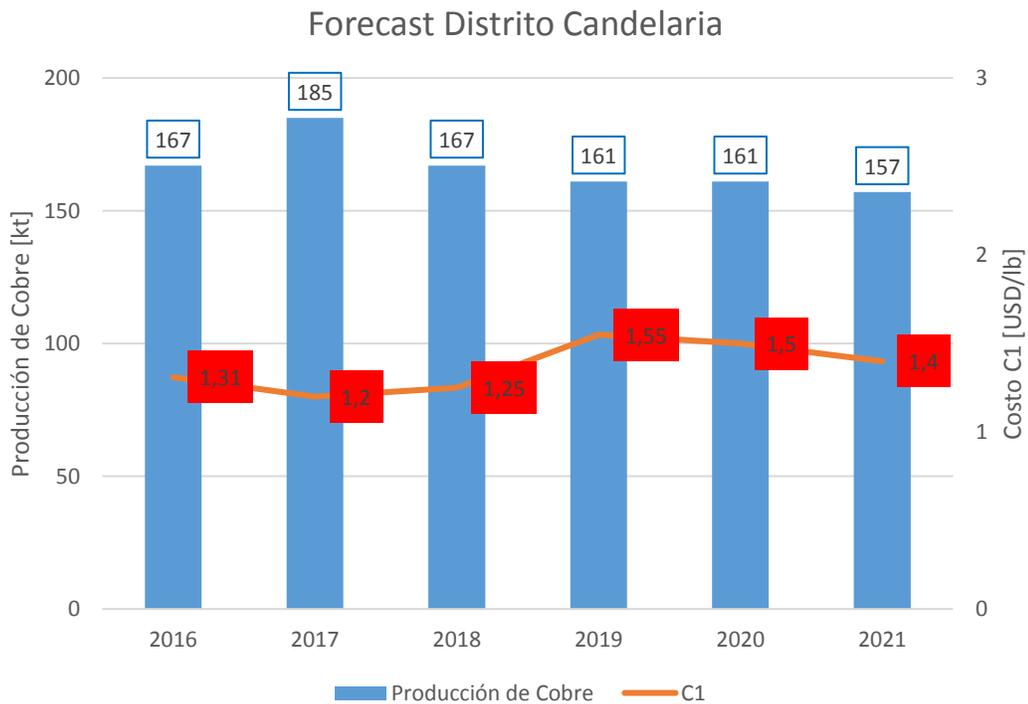


Gráfico 4. Forecast de producción y costo C1.

### 1.1.1. LMC Services Chile SPA

LMC Services Chile SPA (LMC), es una empresa filial de Lundin Mining Corporation, a cargo de la gestión, administración, ingeniería y supervisión de las operaciones de las minas Santos, Alcaparrosa y Candelaria Norte, quienes, además, inician la idea de Internalización. En la Tabla 1, se presenta la dotación de LMC relacionada directamente con las operaciones, destacando principalmente el rol de jefe de turno, quien es el nexo entre LMC y las empresas contratista, pero tiene una relación indirecta con los operadores, debido a la ley de subcontratación chilena, que indica que este debe dirigir las instrucciones de operación al supervisor de cada empresa contratista (mandante por ley de los operadores), generando muchas veces problemas de información y trabas para la ejecución de las labores en las minas.

*Tabla 1. Personal de gestión y supervisión de operaciones y mantenimiento.*

<b>LMC Services Chile SPA</b>	
1	Gerente Minas UG
1	Superintendente Mina
2	Jefe de Operación
8	Jefe de Turno
1	Ingeniero Tronadura
1	Jefe Gestión y Costos
1	Jefe Mantenimiento Servicios Mina
1	Planificador Eléctrico
1	Ingeniero Proyecto Servicios Mecánicos
1	Supervisor Mantenimiento Servicios Mecánicos
1	Ingeniero Proyecto Servicios Eléctricos
1	Supervisor Mantenimiento Servicios Eléctricos

### 1.2. Motivación

Las caídas en los precios de los metales a partir del año 2015, sumado al aumento de reservas probadas en ambas minas y el planteamiento de generar una nueva estrategia Lundin Mining Corporation, resultan en un nuevo plan de negocios que proyecta una reducción de los costos de explotación de mineral, busca generar un aumento de producción y mejoras de eficiencia en los procesos. Una alternativa para lograr los objetivos de este nuevo plan de negocios, es la internalización de las labores de las minas subterráneas que actualmente son realizadas por empresas contratistas. Este proyecto consiste en realizar las operaciones y servicios asociados al desarrollo, producción, carguío y transporte con personal y equipos propios.

Un hecho relevante para la prosperidad del proyecto es el conocimiento de que ambas minas tienen una vida útil de cinco años, apoyado a la vez por posibles aumentos en los niveles de producción y reservas, fortaleciendo la alternativa de internalización de las operaciones de las minas subterráneas como una estrategia que además de reducir costos, les da a las operaciones la capacidad de reacción ante nuevas abatidas del mercado del Cobre y llevar a cabo de una manera más fácil el crecimiento de producción a través de nuevas tecnología y una gestión eficiente.

La nueva estrategia Lundin es la principal motivación para el desarrollo este estudio que lleva el nombre de **“Evaluación del proyecto de internalización de las minas de Ojos del Salado, Lundin Mining Corporation”**, que tiene el objetivo concreto de plantear una propuesta de internalización de las operaciones desarrollo y producción, carguío y transporte de las minas Santos y Alcaparrosa, evaluar técnica y económicamente dicha propuesta y plantear una implementación,

para esto se debe realizar un análisis de las opciones, sus ventajas y desventajas, la inversión , los costos de operación de los equipos y personal, otros costos asociados a las operaciones de las minas de Ojos del Salado, realizando un estudio detallado y confiable para guiar la decisión de Internalizar o no por parte de Lundin Mining Corporation.

### 1.3. Objetivos

Para que este estudio tenga una base firme, coherente y sea una real opción de herramienta para la decisión de internalizar por parte de Lundin Mining Corporation, es de suma importancia establecer los objetivos que guían el estudio. Para esto se plantea un objetivo general que se genera en base a una serie de requisitos que serán logrados a través de los objetivos específicos.

#### 1.3.1. Objetivo General

El objetivo principal de este estudio consiste en plantear una propuesta de internalización de las operaciones unitarias de desarrollo y producción, carguío y transporte de las minas Santos y Alcaparrosas (Ojos del Salado) y determinar su viabilidad técnica y económica con la finalidad de:

- Tomar el control de la cadena principal de valor de las Minas Santos y Alcaparrosa.
- Maximizar la eficiencia de los procesos operacionales.
- Reducir los costos de producción.
- Aumentar la productividad de los trabajadores.
- Asegurar la continuidad operacional.
- Garantizar una implementación y operación sustentable con la comunidad y el medio ambiente.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son planteados debido a que muestran la forma de llevar a cabo el cumplimiento del objetivo general, además en base a estos se realiza el desarrollo del trabajo de título. Los objetivos son los siguientes:

- Realizar un análisis general de la opción de internalización, las tendencias, ventajas y desventajas.
- Realizar un análisis en detalle de la situación actual de las operaciones
- Evaluación estratégica de la propuesta de Internalización.
- Determinar los requerimientos de equipos y personal para llevar a cabo el proyecto.
- Determinar la inversión y el costo operacional asociado a la propuesta de Internalizar las minas.
- Evaluación económica de la propuesta de internalización.
- Realizar un análisis de riesgos y sensibilidades en que pudiese ejecutarse el proyecto con el propósito de entregar directrices a la gerencia de operaciones de minas UG, con la finalidad de disminuir el riesgo comprometido del proyecto.
- Plantear los requerimientos y programación para la correcta implementación.

### 1.4. Alcances

El alcance de este estudio está acotado a la internalización de las operaciones y servicios de desarrollo, producción que se asocia a la perforación y tronadura de caserones y al carguío y transporte del mineral de las minas Santos y alcaparrosa que involucra la determinación de los equipos y personal necesarios para llevar a cabo de manera eficiente el proyecto de internalización, determinando su viabilidad. En el caso del personal involucra operadores, mantenedores, supervisores y personal de apoyo para ambas minas.

La propuesta de internalización se basa en el modelo de operación de las empresas contratistas por lo que se busca hacer una comparación parcial entre estas, realizándola bajo los siguientes supuestos.

- No existirán aumentos o disminuciones significativos en la producción de las minas de Ojos del Salado.
- Se mantendrá el método de explotación Sublevel Stopping con variación LBH.
- Se mantienen los radios hidráulicos actuales.
- Se mantienen los diagramas de perforación en cuanto a diámetros, largos, Burden y espaciamiento.
- Se utilizarán los mismos tipos de explosivos actuales.
- Se planteará y evaluará una alternativa agresiva, es decir, el mínimo de equipos y el mínimo de personal.
- Para el desarrollo se consideran avances constantes de 700 metros mensuales.
- En el caso del transporte, el cruce de los camiones por Tierra Amarilla se realizará exclusivamente durante el turno día (08:00 a 20:00 horas).
- La escala de sueldo del personal es planteada por Recursos Humanos.
- Los proveedores de los equipos serán principalmente Finning CAT, Atlas Copco y Mercedes Benz, debido a que se tiene una alianza estratégica y se cuenta con la experiencia en las actuales operaciones de los contratistas.
- Las producciones están basadas en el documento oficial Life Of Mines de la corporación.
- Se considera un valor del dólar de 690 \$CLP y un precio del Cobre de 2.5 USD\$/lb.
- Los costos que variarán son los asociados exclusivamente a la operación, manteniendo el resto de personal que son los supervisores de operación y servicios, ingeniería, administración y otros.
- Equipos menores como camiones pluma, retroexcavadoras, bombas, ventiladores, entre otros se considerarán como el 10% de la inversión total de los equipos mayores.
- Con respecto a la infraestructura, se utilizarán las actuales instalaciones de las empresas contratistas, por lo que se considera una inversión de 3,500 KUSD\$.
- La alimentación al personal contratista actualmente está cargado al contrato con LMC, por lo que se considera como un costo de administración.

Complementario a los supuestos planteados anteriormente, para el desarrollo y producción se debe considerar que se hará el dimensionamiento y selección de equipos de mayor capacidad y eficiencia operativa en base a la infraestructura actual de las minas, opiniones de expertos y las operaciones actuales de las empresas contratistas ya que dentro de los alcances se plantea que el proyecto sigue su misma línea de operación. Los equipos a evaluar son los siguientes equipos:

- Jumbo Frontal dos brazos.
- Scoop LHD 14 toneladas para marina.
- Cargador de explosivos Mecanizado.
- Acuñaador Mecanizado.
- Levanta-hombre.
- Perforadora DTH.
- Perforadora de Realce.
- Jumbo autónomo un brazo.

Para la operación de carguío y transporte se considera el mismo criterio de selección de equipos que para desarrollo y producción de caserones, determinando los siguientes equipos:

- Camiones carretera 35 toneladas.
- Camiones carretera 60 toneladas.
- Scoop LHD 14 ton para producción.
- Cargador Frontal Superficie.
- Camión Regador.
- Bulldozer.
- Motoniveladora para ambas minas.
- Excavadora con martillo picador para el sobre tamaño en planta PAC.

Una vez realizado el análisis económico del proyecto planteado en base a la herramienta de flujo de caja, se comparará el VPN del proyecto con el de la continuidad de la situación actual a cinco años (caso base), además se evaluará un escenario con riesgos a través de la herramienta de probabilidad y consecuencias con la finalidad de tener un VPN más realista para la decisión de implementar o no la internalización.

## 2. Antecedentes

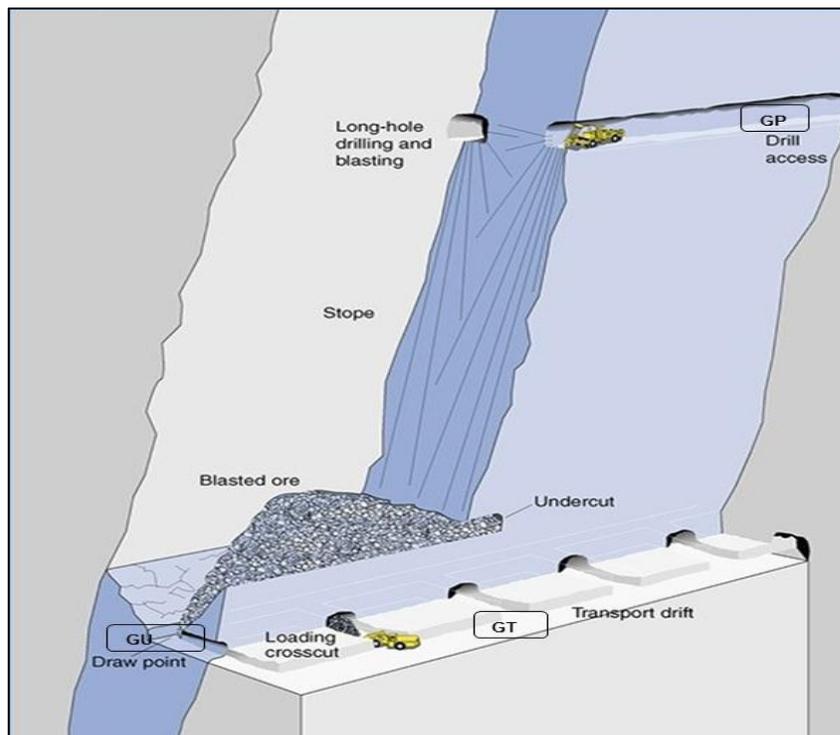
Este capítulo tiene como objetivo conocer los aportes que produce Ojos del Salado a las ganancias de Lundin Mining Corporation, la historia de las minas, el método de explotación y transporte, parámetros claves para la evaluación económica posterior y primordialmente las características de las empresas contratistas, sus equipos, el personal y los costos asociados a estos.

Para entender la situación actual de las minas de Ojos del Salado, es importante conocer un poco de su historia. Minas Santos y Alcaparrosa fueron operadas por Minera Phelps Dodge hasta fines de los años 90, donde debieron detener su producción debido a la baja en el precio del Cobre que azotó el mercado en esas fechas. Esta detención duró hasta el año 2004 donde fueron reabiertas por la misma empresa, pero las operaciones en esta instancia se comenzaron a realizar por empresas contratistas debido a los pocos años de vida útil que tenían hasta ese entonces. Paralelamente a la explotación de las minas a partir del año 2004 se fueron realizando campañas de exploración lo cual alargó su vida útil, activando el interés de Freeport, empresa que las incorporó el año 2006. Freeport mantuvo a las empresas contratistas a cargo de las operaciones. Santos y Alcaparrosa fueron parte de Freeport hasta el año 2014 cuando ambas pertenencias mineras fueron adquiridas por Lundin Mining Corporation, quienes realizaron nuevas exploraciones y estudios que implicaron alargar la vida útil de las minas hasta el año 2022. El potencial de ambas minas y nuevas campañas de exploración, sumadas a la volatilidad del precio del Cobre crea una necesidad por parte de la empresa por aumentar la productividad y disminuir sus costos, surgiendo como alternativa para lograr dichos objetivos la idea de Internalizar las operaciones principales de minas Santos y Alcaparrosa. Es importante para el análisis tener en claro todos los aspectos relacionados a las operaciones actuales realizando hincapié sobre el método de explotación, su producción, costos, equipos y personal que se utilizan en la actualidad, además será complementado con información de las empresas contratistas Geovita, Santa Elvira y JMT, junto con aspectos relacionados a sus operaciones actuales.

## 2.1. Método de Explotación Sublevel Stoping con variación LBH

El método Sublevel Stoping con variación LBH (Long Blast Hole) que utilizan las minas Santos y Alcaparrosa, consiste en la extracción de mineral por subniveles mediante disparos con tiros de banqueo largos y tiros de realce radiales. La preparación se inicia con la construcción del nivel base, el cual contempla la elaboración de la galería recolectora o Galería Undercut (GU), la que posee un eje longitudinal al cuerpo mineralizado. Paralela a ésta se construye la Galería de Transporte (GT), luego se desarrollan las estocadas de carguío o cruzados de producción (CX) diseñados en ángulos de 90° para cargador frontal y 60° para LHD con respecto a la galería de transporte, lugar de la operación de carguío de los LHD y cargadores frontales. En el nivel superior, se encuentran las Galerías de Perforación (GP), en donde se realizan los tiros largos de banqueo para comenzar la explotación del caserón.

- GP → Galería de Producción (5x4 metros)
- GU → Galería de Hundimiento (4x4 metros)
- GT → Galería de Transporte (5x4.5 metros)
- CX → Cruzado de Extracción (4x4 metros)



*Ilustración 3. Método de explotación Sublevel Stoping.*

Este método, y como en todos en minería subterránea, necesita la creación de una cara libre, la cual es realizada mediante una chimenea VCR. La elaboración de esta chimenea necesita dos niveles, la Galería de Perforación y la Galería Undercut. Se comienza la perforación con tiros largos y luego se va tronando de abajo hacia arriba cada dos metros y la última quemada se realiza a cinco metros del nivel superior.

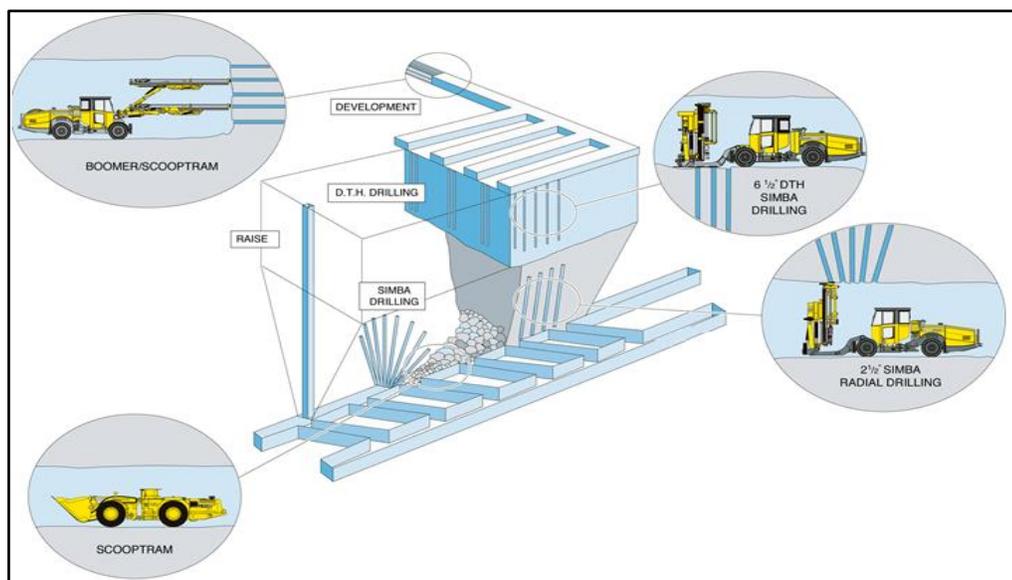


Ilustración 4. Esquema Operativo método Sublevel Stopping con variación LBH.

Posteriormente vienen las perforaciones desde el nivel de perforación mediante tiros largos de banqueo, por medio de un equipo DTH Cubex 5200, donde sus diámetros varían entre 4 ½, 5 ½ y 6 ½ pulgadas. Por otra parte, desde la Galería Undercut se realizan tiros radiales de realce con un equipo Simba S7D para generar la zanja recolectora la cual tiene una altura entre 15-18 m, con ángulo de batea de 50°-60°.

En cuanto a la secuencia de tronadura, se parte generando la cara libre con la chimenea VCR, luego se trona la parte inferior del caserón para generar la zanja y luego la parte superior en forma secuenciada (ver Ilustración 5).

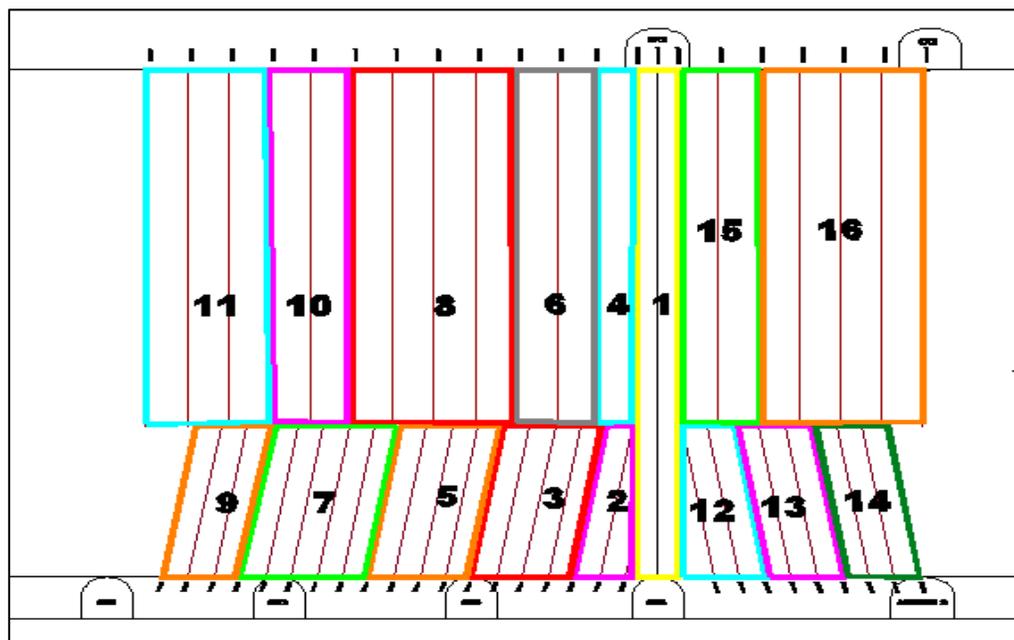


Ilustración 5. Ejemplo de Secuencia de explotación con LBH.

Además, se deben generar los cruzados de producción, que deben estar como mínimo uno al principio y uno al final del caserón, debido a que será la zona donde se realizará el carguío del mineral hacia los camiones. El mineral posee un ángulo de reposo entre 32°-37°.

En cuanto a las dimensiones del caserón, estas son variables, donde la altura dependerá de la zona mineralizada. En Mina Santos estos valores varían entre 30-60 metros de altura, un ancho de unos 20-45 metros y un largo dependiendo de la extensión del mineral que varía entre 25-90 metros. Además, se debe dejar entre caserones un pilar de 20-25 metros por motivo de estabilidad, que podrían ser explotados al final de la vida útil de la mina.

## 2.2. Transporte de Mineral en Mina Santos y Alcaparrosa

En la Tabla 2 se presentan las producciones diarias de mina Santos y Alcaparrosa. En el caso de Santos, parte de su producción diaria, precisamente 3,700 toneladas son dirigidas a la planta Pedro Aguirre Cerda (PAC), el resto de su producción es enviada “Cancha K”, para ser cargado a camiones que transportan a “Cancha K2”, acción que se realiza solamente durante el turno día, para finalmente ser transportado por camiones de 60 toneladas hacia el “Punto B”, zona utilizada para realizar el traspaso de mineral de los camiones de bajo tonelaje a camiones de gran tonelaje utilizados en el rajo Candelaria, esto con el objetivo de no mezclarlos en el circuito a chancado, debido al gran riesgo que significa dicha acción.

Por otro lado, la producción de Alcaparrosa se lleva a unos 100 metros del portal de la mina, “Cancha Superficie” que al igual que el mineral de Santos, es cargada a camiones de carretera de 60 toneladas que llevan el mineral al “Punto B”. En la Ilustración 6 se detalla un esquema con la secuencia de transporte de mineral con las distancias asociadas para ambas minas, esquema que puede ser asociado al mapa de la Ilustración 1.

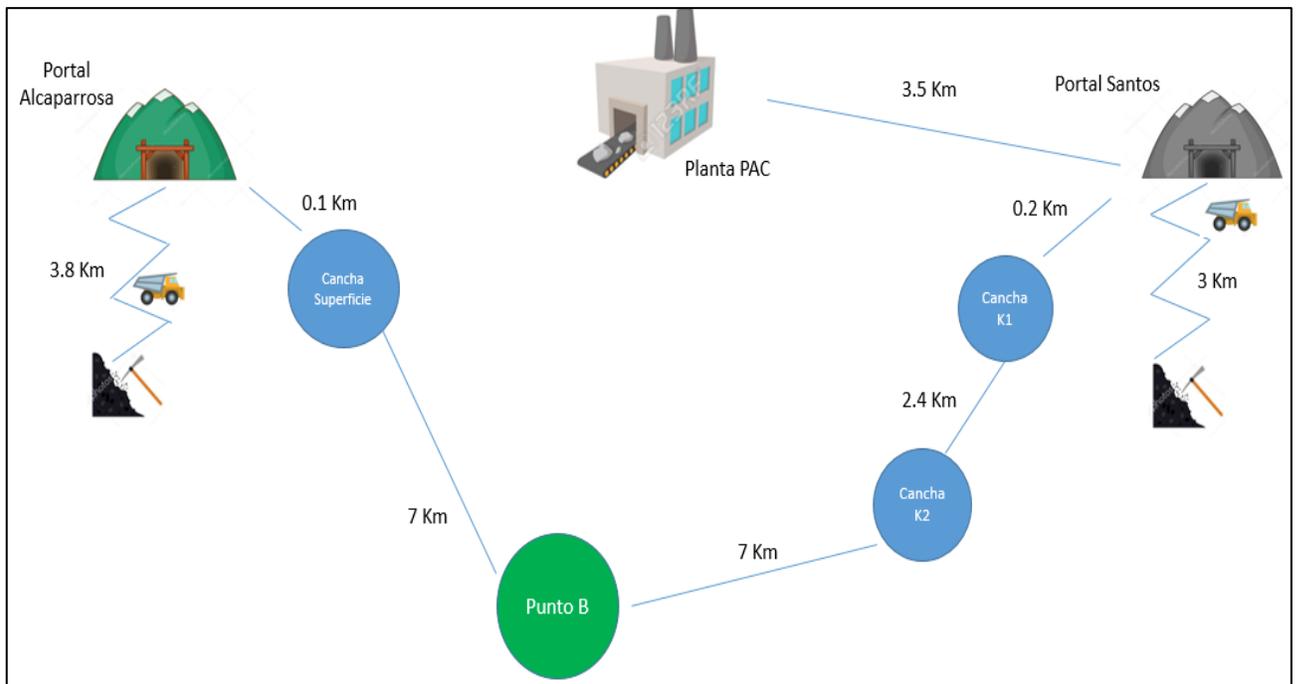


Ilustración 6. Esquema de transporte de Mineral.

Tabla 2. Producción Minas Ojos del Salado.

<i>Producción [ton/día]</i>	
Santos	5,100
Alcaparrosa	4,300
<b>Total</b>	<b>9,400</b>
<b>Total [ton/año]</b>	<b>3,431,000</b>

### 2.3. Forecast de producción Minas de Ojos del Salado

Como se mencionó en la sección anterior Santos y Alcaparrosa tienen una producción diaria de 5,100 y 4,300 ton/día respectivamente significando un total de 1,310 kton de mineral al año. En la Tabla 3, se presentan el Forecast de producción de ambas minas en base a la planificación oficial realizada por ingeniería donde se hace la diferenciación del envío de mineral de Santos y se hace claro que hasta el año 2022 la producción se mantiene constante para ambas minas.

Tabla 3. Forecast de producción Anual de minas Ojos del Salado.

<i>Producción Anual</i>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Santos a PAC [kTon]	1,460	1,407	1,403	1,319	1,325
Santos a Candelaria [kTon]	511	511	511	511	511
Alcaparrosa a Candelaria [kTon]	1,570	1,570	1,570	1,570	1,570

También existe un Forecast de los commodities pagables, el cual es realizado en base al Forecast de producción, pero varía debido al cambio de leyes. En las siguientes tablas se presentan las libras y onzas pagables de Cobre, Oro y Plata en base a las recuperaciones de planta PAC y Candelaria.

Tabla 4. Commodities pagables Santos a PAC.

<i>Santos a PAC</i>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Cobre Pagable (klbs)	25,570	26,043	27,958	23,834	23,421
Plata Pagable (onzas)	66,663	58,623	61,215	66,065	65,233
Oro Pagable (onzas)	6,910	7,153	7,411	7,177	7,055

Tabla 5. Commodities Pagables Santos a Candelaria.

<i>Santos a Candelaria</i>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Cobre Pagable (klbs)	9,888	10,115	10,921	9,283	9,023
Plata Pagable (onzas)	25,415	22,648	23,797	25,597	25,431
Oro Pagable (onzas)	2,576	2,679	2,791	2,624	2,527

Tabla 6. Commodities Pagables Alcaparrosa a Candelaria.

<i>Alcaparrosa a Candelaria</i>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
Cobre Pagable (klbs)	25,919	26,729	25,640	27,324	26,829
Plata Pagable (onzas)	61,133	67,710	60,118	57,822	57,633
Oro Pagable (onzas)	5,925	5,557	5,586	6,127	6,062

Otro aspecto relevante para esta evaluación, es el precio de los commodities a utilizar, valores que se presentan en la Tabla 7, donde se observa que para los años de evaluación se tomarán constantes, pero son valores menores a los que presenta el mercado actualmente.

Tabla 7. Precio Actual y a utilizar en la evaluación económica.

<b>Año</b>	<b>Precio Cu [USD\$/lb]</b>	<b>Precio Au [USD\$/ozt]</b>	<b>Precio Ag [USD\$/ozt]</b>
<i>Actual</i>	2.58	1,251	16.67
2018	2.5	1,225	17.25
2019	2.5	1,225	17.25
2020	2.5	1,225	17.25
2021	2.5	1,225	17.25
2022	2.5	1,225	17.25

Una vez conocida la información de procesos claves presentados en las secciones anteriores de este capítulo y la información de la producción futura y precios a utilizar para la evaluación económica de este estudio, se da paso a la siguiente sección que detalla la información y características principales de las empresas contratistas encargadas de las actuales operaciones.

#### 2.4. Empresas Contratistas

La producción de las minas Santos y Alcaparrosa suman en total 9,400 toneladas por día, producción que requiere un total de 68 equipos (mayores) y una dotación de 637 personas para ambas minas considerando solo las operaciones y servicios para el avance, la producción, carguío y transporte. Para el año 2016, se produjeron 63 millones de libras aproximadamente entre ambas minas y a partir de este año se proyecta un incremento de un 10% de la producción de libras de cobre. Actualmente las minas de Ojos del Salado son programadas e inspeccionadas por LMC Services Chile SPA (LMC), llevando a cabo principalmente la supervisión, planificación e ingeniería, su operación está a cargo de tres empresas contratistas que efectúan las labores de desarrollo y producción, carguío y transporte y servicios mineros. El principal problema del modelo actual, es la lentitud en la toma de decisiones, la baja sinergia entre los contratistas, el alto costo de producción y el bajo mejoramiento continuo en las operaciones de los contratistas.

Tabla 8. Características Empresas Contratistas.

<b>Empresa</b>	<b>Área a cargo</b>	<b>Personal</b>	<b>Equipos</b>
<i>Geovita</i>	<i>Desarrollo y Producción</i>	302	22
<i>Santa Elvira</i>	<i>Carguío y transporte</i>	241	33
<i>JMT</i>	<i>Servicios Mina</i>	42	3
<b>Total</b>		<b>585</b>	<b>58</b>

En la Tabla 8, se presentan las empresas contratistas que están encargadas de cada operación, con su dotación de personal y equipo, lo cual da un total de 585 y 58 respectivamente. Por otro lado, en la Tabla 9 se presenta el resumen de costos total de las empresas contratistas considerando sus respectivas utilidades (12.6% para Geovita, 11% para Santa Elvira y 11.5% JMT), información que se detallará en las secciones siguientes con mayor profundidad. Se observa que se tiene un total 47,981 KUSD\$ que se gastan anualmente en las operaciones de ambas minas, siendo el desarrollo y producción que lo realiza Geovita el de mayor gasto.

Tabla 9. Costos 2016 empresas contratistas.

<b>Empresa</b>	<b>[KCLP\$/año]</b>	<b>[KUSD\$/año]</b>
Geovita	17,520,443	25,392
Santa Elvira	14,251,696	20,655
JMT	1,334,672	1,934
<b>Total</b>	<b>33,106,811</b>	<b>47,981</b>

En las siguientes secciones se presentan las características principales y costos de las empresas contratistas Geovita, Santa Elvira y JMT, pasando por la cantidad de equipos, personal y sus costos asociados.

#### 2.4.1. Geovita, Desarrollo y Producción

Geovita es una empresa con más de 25 años de experiencia en el mercado y vasta trayectoria en el mundo minero e infraestructura en Chile. A través de los años se ha transformado en uno de los principales proveedores del área de excavaciones, construcción y explotación para la minería subterránea, además se caracteriza de tener un equipo técnico y profesional altamente capacitado, equipos generalmente en buen estado y una tradición de trabajo orientada a la satisfacción total del cliente, priorizando la entrega de servicios integrales y ajustados a estrictos estándares de calidad, medioambiente y seguridad. Específicamente en su labor en minas Santos y Alcaparrosa, Geovita realiza los desarrollos de galerías y la producción de caserones, mediante perforación y tronadura, el método de explotación corresponde al Sublevel Stopping con variación LBH (Long Blast Hole), este consiste en desarrollar un nivel de hundimiento para realizar los tiros para el realce (zanja), un nivel de producción para el banqueo con DTH, cruzados para la extracción de mineral y galerías para el transporte con camiones (leer sección 2.1). Dichos niveles o galerías son realizados a través de perforación y fortificación con jumbos de uno y dos brazos, la tronadura se realiza masivamente con Anfo y en casos de humedad con emulsiones. Los costos de la actual operación de Geovita en minas Santos y Alcaparrosa, se justifican en base a las operaciones de los equipos y personal utilizado para obtener la producción solicitada por LMC.

##### 2.4.1.1. Equipos y personal actual Geovita

Es importante tener en conocimiento los equipos utilizados por Geovita en ambas minas detallados en la Tabla 10, donde se observa que se tienen cuatro jumbos, una Simba, cinco DTH y cuatro LHD de 10 toneladas para realizar la marina de las frentes de desarrollo, otros equipos auxiliares y menores, dando un total de 32 equipos. Esta tabla es clave para realizar la comparación con lo que se planteará en la propuesta del proyecto de Internalización en el capítulo 6.

Tabla 10. Equipos para desarrollo y producción Geovita.

<b>Equipos Operacionales Geovita</b>	
2 Jumbo 1 Brazo Atlas Copco S1D	6 Grúas Manitou MT1030S
2 Jumbo 2 Brazos Atlas Copco 282	1 Scoop Atlas Copco ST1030
1 Jumbo 2 Brazo Atlas Copco M2C	3 Scoop Tamrock LH-410
1 Simba Atlas Copco 1254	1 Acuñaador PAUS Scaler E-500
2 DTH PW-5000	1 Camión Pluma Volkswagen
3 DTH Cubex 5200	2 Taxi Buses M. Benz
	7 Camionetas Toyota Hilux

Otro factor importante para la comparación con la propuesta de Internalización de las operaciones es la cantidad de personal de operación y de mantención contratados por Geovita para llevar a cabo el avance de desarrollo y la producción de caserones, información que se detalla en la Tabla 11, que se complementa con el personal de supervisión, topografía, prevención y medio ambiente, sumando en total 302 trabajadores. La oportunidad para el proyecto de internalización está en eliminar el personal espejo, que se refiere al personal “repetido”, referido que aparece en la *Tabla 12*. Es repetido debido a que actualmente LMC tiene personal de supervisión de operaciones, gente que realiza topografía, prevencionistas de riesgos y un área de medio ambiente. El personal operacional de Geovita, se distribuye en operaciones, servicios y mantenimiento, donde se tiene un total para ambas minas de 179, 16 y 62 respectivamente. La distribución del personal no es relevante ya que la comparación se realizará considerando el total de trabajadores, equipos y suministros de ambas minas.

*Tabla 11. Personal Operacional Geovita.*

<b>Operaciones</b>	<b>Servicios</b>	<b>Mantenimiento</b>
4 Jefe de Turno	1 Supervisor Eléctrico	1 Jefe Maquinarias
2 Capataz	5 Eléctricos	1 Planificador
16 Operadores Jumbo	4 Ayudantes Eléctricos	1 Instructor
16 Ayudante Puntero	4 Maestro Servicios	1 Digitador Maquinarias
17 Operador Manipulador	4 Ayudante Servicios	1 Control Abastec. Repuestos
16 Operador Scoop		4 Jefe Turno Mecánico
32 Maestro Minero		4 Electromecánicos Turno
32 Ayudante Minero		4 Eléctrico Turno
2 Operador Simba		8 Mecánicos Especialistas Turno
2 Ayudante Simba		22 Mecánicos Turno
20 Operador DTH		1 Jefe Taller
20 Ayudante DTH		2 Capataz Taller
		2 Electromecánicos 5x2
		8 Mecánicos 5x2
		2 Soldadores 5x2

*Tabla 12. Personal de Apoyo Operación Geovita*

<b>Prevención de Riesgo</b>	<b>Oficina Técnica</b>	<b>Recursos Humanos</b>
1 Jefe SSOMA	1 Jefe Oficina Técnica	1 Jefe Capital Humano
3 Prevención de Riesgo	2 Asistente OT y Estado Pago	2 Asistente RRHH
1 Asistente Prev. Riesgo	2 Topógrafos	1 Asistente Social
	2 Alarifes	1 Sicólogo Encargado SBC
	1 Jefe Control Gestión	
	1 Control de Costos	
	1 Jefe Logística y Abastec.	
	1 Asist. De Bodega y Abastec.	
	6 Pañoleros	
	2 Conductores Camión Pluma	
	2 Rigger	
	8 Mantención Casa Cambio	

#### 2.4.1.2. Costos de Operación Geovita

Una vez conocida la cantidad de equipos y personal que utiliza Geovita para su operación en Santos y Alcaparrosa, se presentan los costos asociados al desarrollo y producción para el año 2016. Los costos corresponden a un desglose de las actividades realizadas por Geovita (Tabla 13).

Tabla 13. Costos Geovita por actividad.

<b>Geovita [KCLP\$]</b>	
Administración y Soporte	1,852,917
Desarrollo, Fortificación y Servicios	5,618,470
Producción	4,908,135
Mantenimiento	3,180,375
<b>Total, sin utilidad</b>	<b>15,559,896</b>
Utilidad	1,960,547
<b>Total</b>	<b>17,520,444</b>

En el Gráfico 5 se puede observar que la actividad de avance de desarrollo, junto con todo lo que esta operación implica (fortificación y servicios) corresponde al 36% de los costos y que juntos a la producción (perforación y tronadura de caserones) suman el 68% de la actividad.

#### Distribución de Costos por Actividad Geovita

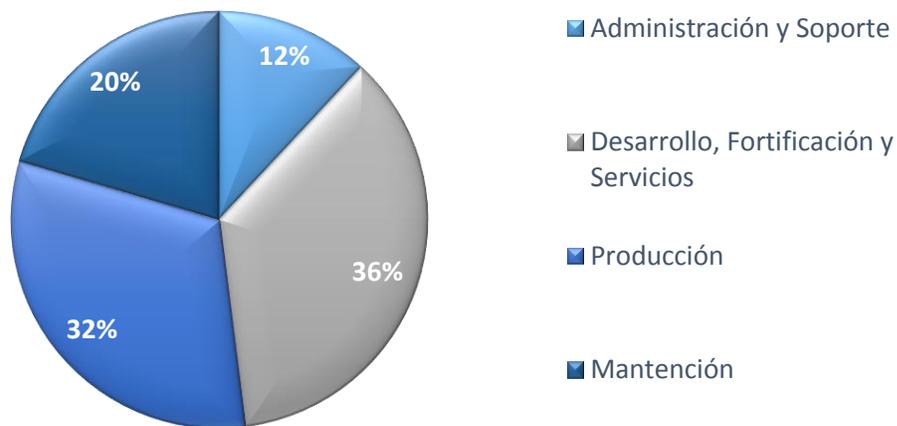


Gráfico 5. Distribución de costos por actividad Geovita.

Otra forma de analizar los costos utilizados para la operación de Geovita, es la distribución por suministros y activos, es decir cuánto se gasta en mano de obra, en la operación de los equipos y en los materiales necesarios para el trabajo (Tabla 14).

Tabla 14. Distribución de Costos Mano de obra, Equipos y materiales Geovita.

<b>Geovita [KCLP\$]</b>	
Mano de Obra	7,612,135
Equipos	1,455,158
Materiales	6,492,604
<b>Total, sin utilidad</b>	<b>15,559,896</b>
Utilidad [12.6%]	1,960,547
<b>Total</b>	<b>17,520,444</b>

Distribución de Costos Mano de obra, equipos y materiales Geovita

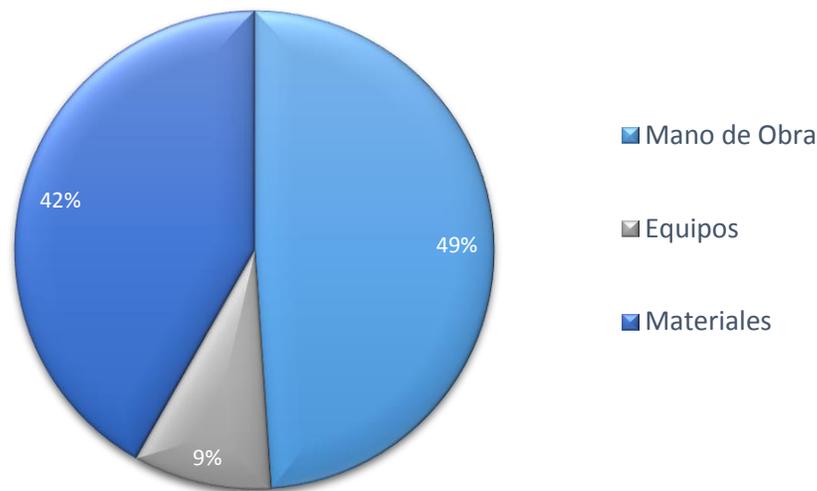


Gráfico 6. Distribución de Costos Mano de obra, Equipos y materiales Geovita.

Teniendo el costo total de la operación realizada por Geovita durante el año 2016, información que fue recaudada de los estados de pago mensuales del correspondiente año, utilizando un valor del dólar de **690 USD\$**, se aplica un reajuste trimestral, el cual suma anualmente un 3% de reajuste, que se asume para el resto de los años para tener un estimado del costo de operación de Geovita para la evaluación económica del caso base (Tabla 15).

Tabla 15. Proyección de Costos Desarrollo y Producción Geovita.

<b>Año</b>	<b>Costo [CLP\$/ton]</b>	<b>Costo anual [KCLP\$]</b>	<b>Costo anual [KUSD\$]</b>
2016	5,107	17,520,443	26,955
2017	5,260	18,046,056	27,763
2018	5,417	18,587,438	28,596
2019	5,580	19,145,061	29,454
2020	5,747	19,719,413	30,338
2021	5,920	20,310,996	31,248
2022	6,097	20,920,325	32,185

## 2.4.2. Santa Elvira, Carguío y Transporte

Santa Elvira es una empresa dedicada al movimiento de tierra masivo en minas a rajo abierto y minas subterráneas, cuentan con un experimentado equipo humano, donde la experiencia, el conocimiento técnico y el cuidado de la seguridad son sus pilares fundamentales para el desarrollo esta área. Disponen de diversos tipos de maquinaria para el correcto desarrollo de esta actividad, dando soluciones con equipos de apoyo, como así también con unidades para la producción, logrando dar respuesta a sus clientes basados en la eficiencia y calidad, determinada por la mantención de sus equipos y la gestión integral de sus proyectos. En el caso de las minas de Ojos de Salado la empresa contratista Santa Elvira, está a cargo de la operación de carguío y transporte de mineral, esto indica que sus principales equipos son camiones para el interior mina y para el transporte en superficie hacia el Punto B. Por otro lado, se utilizan cargadores frontales para realizar el carguío de producción y re manejo de mineral. En las siguientes secciones se detallan los equipos utilizados, el personal de trabajo y la justificación de costos para las operaciones de Santa Elvira en el carguío y transporte.

### 2.4.2.1. Equipos y personal actual Santa Elvira

Los equipos utilizados por Santa Elvira, en la operación actual de las minas Santos y Alcaparrosa corresponden principalmente a camiones de 28 y 37 toneladas, cargadores frontales de 5 toneladas, Scoop de 10 toneladas y equipos auxiliares y menores, dando un total de 35 equipos, los detalles de estos se presentan en la Tabla 16.

*Tabla 16. Equipos Operacionales Santa Elvira.*

<b>Equipos Operacionales Santa Elvira</b>	
10	Camiones Tolva Iveco Trakker (37 ton)
9	Camiones Articulado Volvo A30F (30 ton)
3	Camiones Articulado Volvo A25F (25 ton)
6	Cargadores Frontales Volvo L120 F
1	Cargadores Frontales Volvo L150 F
1	Scoop Caterpillar R1600H
1	Motoniveladora Caterpillar 140M
1	Camión Aljibe Iveco Trakker
1	Camión Aljibe Renault Kerax 380 XHD
2	Camionetas Toyota Hilux

En la Tabla 17 y Tabla 18, se detalla el personal operacional utilizado por Santa Elvira (Operaciones y Mantenimiento) y el personal de apoyo (Prevención de Riesgos, Abastecimiento y Recursos Humanos) respectivamente, se observa que se tiene un total de 213 personas relacionadas a la operación directamente. En la dotación completa falta considerar al Ingeniero de Control de Producción, quien está a cargo de toda la operación de Santa Elvira, dando un total de 241 personas.

Tabla 17. Persona Operacional Santa Elvira.

<b>Operaciones</b>		<b>Mantenimiento</b>	
1	Jefe de Operaciones Mina	1	Jefe Mantención Mina
8	Jefe de Turno Mina	2	Jefe Taller Mantención
3	Capataz	1	Capataz
2	Operadores Bulldozer	1	Jefe Planificación
82	Choferes Camiones	2	Estadísticos
8	Carperos	1	Técnico Comunicaciones
29	Operadores Cargador Frontal	6	Electromecánicos
1	Operador Motoniveladora	3	Ayudantes Mecánicos
12	Operador Poli funcional	3	Soldadores
2	Operador Scoop	8	Vulcanizadores
6	Choferes de Servicio	2	Técnico A/C
		1	Eléctrico Industrial
		3	Mecánico Especialista
		16	Mecánico A
		9	Mecánico B

Tabla 18. Personal de Apoyo Operación Santa Elvira.

<i>Prevención de Riesgo</i>		<i>Abastecimiento</i>		<i>Recursos Humanos</i>	
1	<i>Jefe Depto. Prevención de Riesgo</i>	1	<i>Jefe Abastecimiento</i>	1	<i>Jefe Recursos Humanos</i>
1	<i>Sicólogo Laboral</i>	8	<i>Bodegueros</i>	3	<i>Administrativos faena RRHH</i>
4	<i>Prevencionista de Riesgo</i>	1	<i>Analista Bodega</i>	4	<i>Ayudantes Aseo General</i>
1	<i>Supervisor DEO</i>				
1	<i>Instructor Equipos</i>				
1	<i>Administrativo DEO</i>				

#### 2.4.2.2. Costos de Operación Santa Elvira

Con los equipos y personal utilizados para llevar a cabo la operación en minas Santos y Alcaparrosa de carguío y transporte por Santa Elvira, se presentan los costos asociados a la operación de Santa Elvira para el año 2016. Los costos están asociados a los suministros necesarios para llevar a cabo el trabajo planificado, correspondientes a mano de obra, equipos, repuestos, combustibles y otros (Tabla 19).

Tabla 19. Distribución de Costos Santa Elvira.

<b>Actividad</b>	<b>Costo [KCLP\$]</b>
<i>Mano de Obra</i>	6,548,076
<i>Equipos</i>	2,824,660
<i>Repuestos</i>	641,968
<i>Combustible</i>	2,439,479
<i>Otros</i>	385,181
<i>Total, Sin utilidad</i>	12,839,366
<i>Utilidad [11%]</i>	1,412,330
<b>Total</b>	<b>14,251,696</b>

En el Gráfico 7, se puede observar que el mayor gasto se lo lleva la mano de obra, seguida por el costo operacional de los equipos.

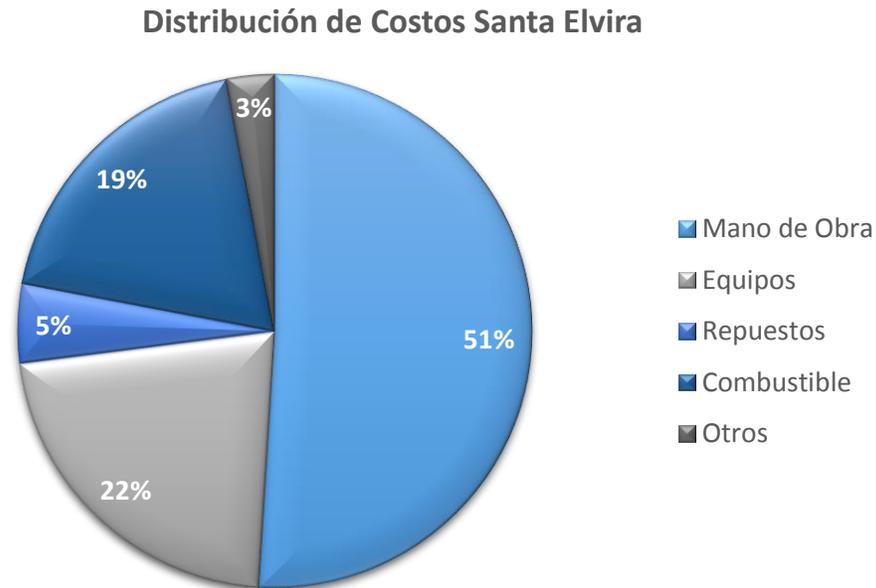


Gráfico 7. Distribución de Costos Santa Elvira.

Teniendo el costo total de la operación de carguío y transporte ejecutada por Santa Elvira para el año 2016, información que al igual que para los costos de Geovita fue recaudada de los estados de pago mensuales del correspondiente año, también se aplica un reajuste trimestral que suma anualmente un 3%, este reajuste se asume para el resto de los años para tener un estimado del costo operacional anual del caso base para la comparación económica con la propuesta de internalización (Tabla 20).

Tabla 20. Proyección de Costos de Carguío y Transporte Santa Elvira.

<b>Año</b>	<b>Costo [CLP\$/ton]</b>	<b>Costo anual [KCLP\$]</b>	<b>Costo anual [KUSD\$]</b>
2016	4,154	14,251,695	21,991
2017	4,278	14,679,246	22,651
2018	4,407	15,119,623	23,331
2019	4,539	15,573,212	24,031
2020	4,675	16,040,409	24,752
2021	4,815	16,521,621	25,494
2022	4,960	17,017,270	26,259

#### 2.4.3. JMT, Servicios Mina

JMT es una empresa de Servicios a la Minería que inició sus actividades el año 2000 en el área Servicios Eléctricos y Obras Civiles, creada para asesorar, entregar respuestas y soluciones en los diferentes procesos de funcionalidad de una Empresa, ya sea en la etapa inicial de esta y posteriormente como Soporte Técnico.

Para lograr una alta eficiencia cuentan con personal especializado en diferentes áreas, tales como, Administradores de Contratos en Terreno, Profesionales Universitarios en el Área Operativa, Administrativos, Equipo de Expertos en Prevención de Riesgos (Sernageomin A, B, y Técnicos),

Asesores Externos en diferentes áreas, Operarios Calificados de Equipos y Maquinarias y Personal Idóneo para cada actividad requerida, todos altamente calificados.

JMT cuenta con los Productos y Servicios adecuados para satisfacer y cubrir los requerimientos solicitados; para el apoyo logístico cuentan con vehículos propios, maquinarias, oficinas, bodega y herramientas adecuadas. Con 11 años de experiencia en el rubro minero JMT actualmente presta servicios de Proyección de Shotcrete, Electricidad, Fortificación, Termo-fusión, Mantenimiento Mecánica Hidráulica y otras actividades de Obras Civiles, trabajando en forma sustentable e innovando en forma constante, dando prioridad en la seguridad de su personal y el cuidado del medio ambiente.

Para las minas de Ojos del Salado, JMT actualmente está a cargo de los adelantamientos de los servicios interior mina que consiste en realizar avances en los suministros de aire, agua, drenaje y electricidad para que los equipos y operaciones de desarrollo y producción operen de forma efectiva. Paralelamente a esta actividad, JMT, realiza distintas obras civiles interior mina pero que no están dentro de las actividades de la cadena principal de negocio, por lo que para efectos de este estudio solo interesa el personal y actividades asociadas a los servicios mina. En la Tabla 21, se presenta la dotación de personal JMT que trabaja para realizar los servicios minas. Tienen dos tipos de jornada laboral, 5x2 donde se desempeñan 22 personas y 7x7 donde hay 20 trabajadores en dicho turno. El costo total por mano de obra para los servicios minas por parte de JMT es de 1,000 KUSD\$. En la Tabla 22, se muestran los equipos, insumos y otros gastos que utilizan para realizar los Servicios Mina que se complementan con el Gráfico 8, que muestra la distribución de los costos declarados, identificando el costo de mano de obra como el de mayor peso, significando el 50% aproximadamente, ya que son operaciones que requieren principalmente personal y poca maquinaria e insumos.

Tabla 21. Dotación de Personal JMT Servicios Minas Ojos del Salado.

<b>Dotación Personal JMT Servicios Minas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costos [KCLP\$/año]</b>	<b>Costos [KUSD\$/año]</b>
<b>Personal 5x2</b>			
Supervisor de Terreno	2.0	44,992	65
Eléctrico	4.0	61,400	89
Instrumentista	2.0	30,700	44
Mecánico	4.0	61,400	89
Soldador Arco / HDPE	3.0	46,050	67
OP. Mixer	0.5	6,981	10
OP. Robot	0.5	8,715	13
Minero 1°	0.5	5,644	8
Mineros 2°	1.0	11,881	17
<b>Personal Operaciones 7x7</b>			
Eléctrico/Mecánico	8	130,293	189
Capataz Electromecánico	4	77,197	112
Control Acceso Santos/Alcaparrosa	8	48,288	70
<b>Mano de obra Indirecta 5x2</b>			
Administrador	0.5	25,268	37
APR - B	1.5	55,025	80
Planificadores	1	29,793	43
Supervisores	1.5	46,640	68
<b>Total, JMT Ojos del Salado</b>	<b>42.0</b>	<b>690,272</b>	<b>1,000</b>

Con respecto a las cantidades fraccionadas observadas en las Tabla 21 y Tabla 22, indica que el personal, insumo y equipo se comparte con los trabajos de obras civiles que realiza JMT en ambas minas.

Tabla 22. Equipos, Insumos y Gastos Generales Servicios Minas Ojos del Salado.

<b>Equipos, Insumos y G&amp;A</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costos [KCLP\$/año]</b>	<b>Costos [KUSD\$/año]</b>
<b>Equipos</b>			
Camionetas	7.5	56,891	82
Eq. levante	3.0	66,771	97
Camión pluma	0.5	31,631	46
Camión huinche	0.5	12,682	18
Camión 3/4	1.0	7,598	11
Camión Mixer	0.5	7,174	10
<b>Insumos de Operación</b>			
Mantenimiento Vehículos	0.5	59,732	87
Administración	0.5	17,423	25
Combustible	0.5	39,634	57
Alimentación	0.5	55,035	80
Transporte	0.5	98,280	142
EPP Personal	0.5	8,918	13
EPP Equipos	0.5	8,425	12
Of. APR	0.5	1,227	2
Electricidad	0.5	15,515	22
Electrónica	0.5	3,138	5
Mecánica	0.5	238	1
Taller + Garita	0.5	11,467	16
<b>Gastos Generales</b>			
Capital de trabajo	0.5	48,901	71
Instalaciones	0.5	48,481	70
Costos financieros	0.5	8,245	12
Horas Extras		36,991	53
<b>Total</b>		<b>644,400</b>	<b>935</b>

Gastos Anuales Servicios Mina JMT

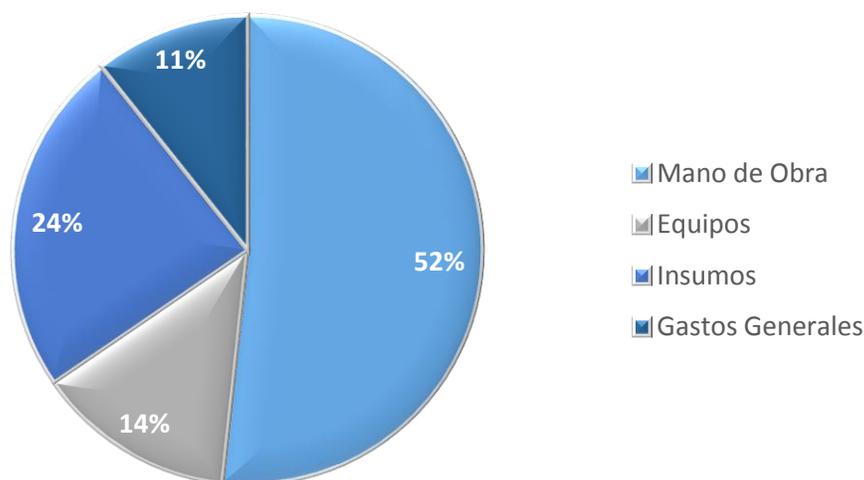


Gráfico 8. Distribución de Gastos Anuales Servicios Mina JMT.

Con el costo total de los Servicios Mina realizados por JMT (reajuste 3% en Tabla 23), los costos asociados al carguío y transporte de mineral por Santa Elvira y los costos en desarrollos y producción por Geovita, se concluye la información base para realizar la comparación económica con la propuesta de internalización, pero antes, en los siguientes capítulo se debe plantear la metodología, realizar un benchmarking de proyectos similares, información necesaria y generar un análisis de porqué se debe internalizar las operaciones.

Tabla 23. Estimación Costos Anuales Servicios Mina JMT.

<b>Año</b>	<b>Costo Anual [KCLP\$]</b>	<b>Costo Anula [KUSD\$]</b>
2016	1,334,672	1,934
2017	1,408,079	2,041
2018	1,485,523	2,153
2019	1,567,227	2,271
2020	1,653,424	2,396
2021	1,744,362	2,528
2022	1,840,302	2,667

### 3. Metodología

El objetivo de este capítulo es plantear la forma de realizar el estudio de trabajo de título, donde el Esquema 1, especifica la metodología general, partiendo con un reconocimiento de las operaciones y procesos actuales, esto se concretó con el ingreso constante a la mina durante un mes, realizando a la par la revisión bibliográfica y documentos de la empresa, materializándose principalmente en los antecedentes de las empresas contratistas presentados anteriormente. La etapa de desarrollo es la que requiere mayor tiempo y dedicación, esta debe ser acorde a la planificación para cumplir con la totalidad de los objetivos planteados, por lo que es especificada más adelante en esta sección.



Esquema 1. Metodología General del Trabajo de Título.

La primera etapa de esta metodología implica principalmente revisar el servicio actual ofrecido por las empresas contratistas en Santos y Alcaparrosa, información que se presentó en el capítulo de antecedentes pero que implicó indagar sobre:

- Flota de equipos actuales de Geovita y Santa Elvira.
- Aportes de las empresas contratistas y garantías ofrecidas.
- Logística en las Faenas para operar, método de exploración, manejo de mineral, entre otro.
- Condiciones de Operación, cercanías a la ciudad, accesos, tipo de trabajadores.

Para llevar a cabo el ejercicio anterior de reconocimiento de la situación actual de las operaciones de minas de Ojos del Salado, se tuvo que realizar una recolección de información, específicamente de las siguientes fuentes y formas:

- Documentos de los Contratos o estados de pago para Geovita, Santa Elvira y JMT.
- Rondas de preguntas y respuestas a personal de operación.
- Experiencia de personal y Benchmarking Operaciones similares (El Salvador y El Peñon).

- Visitar Santos y Alcaparrosa para tener claro el lugar físico donde se llevan a cabo las operaciones.
- Estimar los costos de Operación, mantención, reparaciones y repuestos bajo condiciones realistas.
- Consumo de repuestos basado en la planificación de mantención, información histórica, estimaciones de consumo y valor total de repuestos por periodo (validar con operaciones similares).
- Determinar inversión requerida en Componentes de soporte.

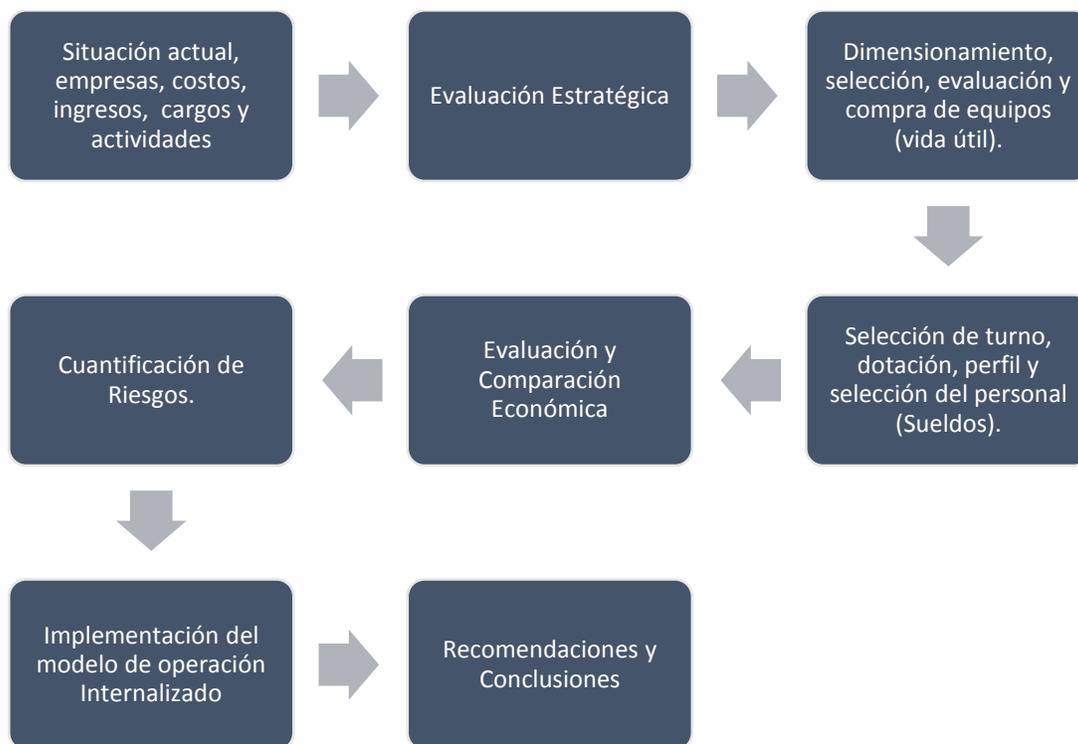
Una vez teniendo toda la información de la situación actual tanto económica como operativa, se continúa con la recopilación de información para la propuesta del proyecto de internalización lo cual considera una estimación de costos de materiales, servicios, reparaciones y repuestos bajo condiciones realistas, además supuestos basados en benchmarking y juicio de experto de los beneficios de tener las operaciones internalizadas.

Una razón fuerte para tomar la decisión de llevar a cabo la propuesta de internalización es el beneficio económico que puede generar, para esto se debe realizar una evaluación económica detallada que requiere los siguientes puntos:

- Determinar la inversión en equipos y costos de materiales y servicios de los mismos.
- Costo de mano de Obra de operación y mantenimiento.
- Determinar inversión requerida en componentes y repuestos de soporte.
- Estimar el costo fijo (mensual) en línea con los aportes de ambas partes:
  - Costo de personal:
    - Remuneración, incentivos
    - EPP, ropa de trabajo
  - Costo de equipos de apoyo a la Operación, Mantenimiento y Logística Asociada:
    - Camiones de servicios, camionetas.
    - Herramientas especiales, cajas de herramientas.
    - Grúas.
    - Luminarias.
    - Otros Costos directos (Contratos, alojamiento, alimentación, transporte)

Es importante establecer una metodología específica, es decir definir las etapas del plan de trabajo para llevar a cabo el estudio planteado. Las actividades posteriores del desarrollo del proyecto se detallan en el Esquema 2, partiendo con el análisis de la situación actual (recopilación de información), lo cual fue explicado anteriormente en detalle. Realizada la recopilación de información se continúa con el benchmarking de proyectos similares e información que se presentará en el siguiente capítulo, luego se procede con el capítulo 5 con la evaluación estratégica que analiza el impulso del proyecto de internalización, ventajas, desventajas y los riesgos.

Una vez realizado el análisis anterior, se procede con la determinación de los equipos, personal e infraestructura necesarios incluyendo las inversiones y costos asociados, continuando con la evaluación económica, la cual se complementará con la incorporación de la cuantificación de riesgos y análisis de sensibilidad, luego plantear una propuesta de implementación, para finalmente obtener conclusiones y recomendaciones basadas en el estudio realizado.



*Esquema 2. Metodología del Desarrollo del Trabajo de Título.*

## 4. Benchmarking Proyectos de Internalización

Un punto clave dentro del estudio de evaluación del proyecto de internalización de las minas de Ojos del Salado, es la recopilación de información, donde en una primera instancia se realiza una búsqueda bibliográfica en la web, documentos internos de la empresa, se observan situaciones en terreno realizando también ronda de preguntas a los operadores, supervisores y opiniones de expertos. Complementario a todos los medios mencionados anteriormente de recopilación de información, se plantea realizar un benchmarking, el cual consiste en obtener información en una primera instancia de la implementación y resultados de procesos similares en otras faenas y de otro tipo de información que pudiera ser relevante considerar en este estudio.

Con respecto a la búsqueda de procesos similares de internalización, son pocos en el país y es poca la información que se comparte al respecto por asunto de confidencialidad, los más conocidos fueron los llevado a cabo en la división El Salvador de Codelco y El Peñon de Yamana Gold, donde un equipo por parte de LMC fue de visita el año 2016, recaudando información clave de quienes llevaron a cabo dicho proceso.

### 4.1. Proceso de Internalización El Salvador

División Salvador (Ilustración 7) se ubica en la comuna de Diego de Almagro, Región de Atacama, a 2.600 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 1.100 kilómetros de Santiago. Sus operaciones consideran la explotación minera subterránea y a rajo abierto, una concentradora, procesos de lixiviación, una fundición y refinería en Potrerillos, y el Puerto Barquito ubicado en la ciudad de Chañaral. Comenzó a explotar sus minerales en el año 1959 y actualmente opera los yacimientos Inca explotado de forma subterránea y las minas Campamento Antiguo, Quebrada M y otros cuerpos satélites de menor envergadura explotadas a rajo abierto. La producción de minerales oxidados equivale a 3,000 kton/año con una ley media de 0,6% y una producción de 9

mil toneladas métricas de cobre fino, mientras que los minerales de sulfuros corresponden a 11,500 kton/año, con una ley promedio de 0,9% y una producción de 55 mil toneladas métricas finas de cobre. La operación también obtiene subproductos como el molibdeno, barro anódico y ácido sulfúrico. Por su parte, la fundición y refinería procesa 600 mil toneladas de Concentrado propia (40%) y de terceros (60%). En tanto, el Puerto de Barquito permite el embarque de cátodos de cobre, concentrado, petróleo y ácido sulfúrico.



*Ilustración 7. División El Salvador Codelco.*

Salvador hasta finales del año 2015 estaba teniendo una baja productividad de sus trabajadores y un alto costos de sus operaciones, estando sus números en rojo, Codelco necesitaba realizar un cambio urgente ya que se corría el riesgo de cerrar permanentemente la división. Una de las medidas para cambiar de manera positiva fue la internalización de una de las operaciones de la cadena principal del negocio, explotación mina a cargo de la empresa contratista Geovita, misma empresa a cargo de la explotación de minas Santos y Alcaparrosa. El proyecto de internalización de la explotación mina, se implementó en la división El Salvador durante el primer semestre del año 2016 con el objetivo de disminuir los altos costos y aumentar la baja productividad presenciada. Codelco desvinculó a 765 trabajadores contratistas al poner fin al contrato con la empresa Geovita, consecuencia del plan de internalizar la operación completa de la mina El Salvador, pero fue una medida eficiente para ahorrar costos e incentivar la productividad. El presidente ejecutivo de Codelco, Nelson Pizarro, advirtió que planeaba internalizar algunas operaciones con una lógica de productividad y que en ese momento buscaban un futuro para la división El Salvador. La implementación se realizó de manera paulatina, comenzando a partir de enero del año 2016, dando fin totalmente al contrato con Geovita en julio del mismo año. El estudio de internalización de la división El Salvador, comenzó a partir de septiembre del 2015 donde se logró caracterizar todas las necesidades existentes al interior de la mina subterránea. En este estudio se detalló principalmente la cantidad de equipos necesarios para continuar con la producción actual y la mano de obra asociada para la operación y supervisión de la mina, un gran porcentaje de los trabajadores de Geovita, quienes, específicamente tenían más años de servicio, mayor experiencia y el mejor rendimiento, fueron contratados por la empresa estatal como parte del proceso de internalización, las contrataciones y capacitaciones se realizaron en base a la llegada de los equipos y la fecha de fin de contrato con Geovita.

La visita realizada por el personal de LMC a mina El Salvador fue realizada con el objetivo de recaudar información del proceso de internalización de la explotación mina de El Salvador, donde se mencionó considerar los siguientes aspectos:

- Realizar un equipo multidisciplinario a cargo del proyecto de Internalización.
- Considerar una empresa externa para mantener el control del cumplimiento del programa de trabajo.
- La contratación de mano de obra se debe realizar con mucha dedicación, para evitar en un futuro trabajadores deficientes.
- Compra de equipos nuevos para la operación de explotación mina internalizada.
- Disminución del personal espejo.
- Apuntar sobre el 50% de trabajadores eficientes al momento de realizar la contratación masiva.
- El proyecto logró el aumento de productividad de la mina.

Complementando con el proyecto de internalización de la explotación mina, Codelco tomó otras medidas para lograr cambiar el rubro de la división, internalizó la operación de la planta concentradora, se concentró en mejorar la productividad del proceso de lixiviación, fundición y refinación, estableciendo metas independientes para cada proceso.

Refiriéndose a los resultados de la Internalización, hasta finales del año 2015, división El Salvador, tenía un costo directo de 256 cUSD\$/lb de Cobre, el cual tenía una distribución de 35% por las remuneraciones, 30% materiales, 5% combustibles, 15% energías y 15% servicios a terceros. Si se compara el costo directo con el precio del cobre a esa fecha 209 cUSD\$/lb de Cobre, se estaba con un déficit de 47 centavos, lo cual golpeaba directamente la rentabilidad de la cuprífera nacional y el futuro de la división. Una vez llevada a cabo la internalización de la explotación mina junto con el resto de las medidas planificadas por Codelco, la producción aumentó un 50% de 10,082 a 15,030 ktmf en el trimestre de marzo a mayo del 2016, además el costo directo disminuyó a 180 cUSD\$/lb, casi en un 29%, lo cual implicó que El Salvador tuviera ingresos positivos después de cinco años de pérdidas, este cambio rotundo se le debe a las medidas tomadas por Codelco, en especial a la internalización de los procesos que son parte de la cadena principal de negocio explotación mina y planta concentradora que son fundamentales para el valor agregado del proceso global minero.

#### 4.2. Proceso de Internalización Minera El Peñon

Situada en el norte de Chile, El Peñon es una mina subterránea de oro y plata de alto valor con una decantación agitada de lixiviación / contracorriente (CCD) de 4,200 toneladas por día y planta Merrill-Crowe perteneciente a Yamana Gold, empresa dedicada a la producción de Oro, con reservas en varias partes del mundo. Mina el Peñon está ubicada a 180 kilómetros hacia el Sur Este de la ciudad de Antofagasta, II región, Chile (Ilustración 8).



Ilustración 8. Ubicación Mina El Peñon Yamana Gold.

Minera El Peñon en el año 2015, llevo a cabo un proceso de internalización de todas sus actividades mina, involucrando principalmente la contratación de personal propio, para cubrir áreas de operación, ingeniería, eléctricos y mecánicos, donde su modelo consistió en incorporar todas las operaciones del contratista para luego ir mejorando, con incorporación de equipos nuevos y personal más eficiente. Las principales características de Mina El Peñon, se detallan en la Tabla 24, donde se indica que es una mina de Oro y Plata explotada por el método Cut&Fill, tiene una producción de 7,000 toneladas al día, producción similar a la de Candelaria Norte, produce 250,000 onzas de oro al año, tiene 64 equipos principales. Como el método involucra relleno, el costo de operación es de 48 USD\$/Ton, bastante elevado si se compara con los 18 USD\$/Ton entre las minas Santos y Alcaparrosa.

*Tabla 24. Mina El Peñon, Yamana Gold.*

***Principales características Mina El Peñon***

*Producción de oro y plata.*

*Mina subterránea, método Cut&Fill.*

*Desarrollos horizontales 1500 m/mes.*

*Producción 220.000 ton/mes.*

*Fino 250.000 onzas/año.*

*64 equipos principales.*

*Costo 48 [USD\$/ton].*

*Costo 2.650 [USD\$/m], Galerías de 4x4.*

*Costo Mano de Obra 40 % del costo total.*

*Dotación de 1500 trabajadores*

Tienen un avance en los desarrollos promedios de 1,500 metros por mes, obteniendo un costo por metro de avance en una galería de 4x4 de 2,650 USD\$. Su dotación de trabajadores es de 190 personas, lo cual significa un 40% del costo total de la mina. Como se mencionó anteriormente, Mina El Peñon, llevó a cabo un proceso de internalizar todas las operaciones mina, similar a lo planteado en este documento para las minas de Ojos del Salado implicando contratación de personal, compra de equipos, repuestos, infraestructura, etc del modelo contratista. Como dentro del proyecto de internalización de las operaciones de Santos y Alcaparrosa se debe evaluar la posibilidad de incorporar el área de mantención, para esto un Staff de LMC Services Chile SPA, fue de visita a Minera el Peñon, donde recaudó la información principal entregada anteriormente y un análisis de las lecciones aprendidas de su proceso de internalización relevante para la prosperidad de este estudio. Las lecciones aprendidas del proceso de internalización que llevo a cabo Mina El Peñon de Yamana Gold son las siguientes:

**Lecciones Negativas**

- Existió un bajo filtro en selección de personal generando ineficiencias en algunas labores.
- Baja participación áreas especialistas, el área de mantención participó poco, fue un proceso llevado a cabo principalmente por recursos humanos.
- Compra equipos antiguos con baja disponibilidad mecánica.
- Baja participación autoridades (Sernageomin).
- Formación de silos organizacionales.
- Planificación y geología alejada de la operación.
- Aumento de costos de operación.
- Operador despreocupado por la integridad del equipo.

## Lecciones Positivas

- Formación temprana de grupo negociador.
- Asistencia técnica de equipos.
- Estructura de planificación con asesor externo.
- Recursos humanos “in situ”.
- Jefes de turnos muy empoderados con plan de operación.
- Disminución de accidentes.
- Facilidad en toma de decisiones operacionales.
- Tener un perfil de Operadores mantenedores.
- Formación escuela de operadores.
- Alta especialización de mantenedores.
- Todos los procesos bajo procedimientos.
- Alta capacitación y desarrollo de las personas.
- Desarrollo carrera y certificación operadores.

Con respecto a los equipos, se han dado de baja algunos e incorporados otros nuevos luego de la puesta en marcha del proceso de internalización el año 2015, evolución que se muestra en la Tabla 25. Como se puede observar El Peñon requiere de 65 equipos para obtener su producción de 7,000 toneladas por día, por lo que puede ser un indicador de comparación al momento del dimensionamiento de equipos, aunque claramente de una mina a otra no se repiten las condiciones, como la calidad de roca, distancias y método principalmente.

Tabla 25. Equipos Minera El Peñon.

<b>Flota</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<i>Camión Dumper</i>	18	15	17
<i>Scoop 6 [y3]</i>	14	14	14
<i>Scoop 2 [y3]</i>	4	4	4
<i>Jumbo</i>	8	8	8
<i>Boltec</i>	5	5	5
<i>Simba</i>	7	7	8
<i>Mixer</i>	4	4	4
<i>Roboshot</i>	4	4	5
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>61</b>	<b>65</b>

Tabla 26. Evolución Personal Minera El Peñon Mantención.

<b>Empresa</b>	<b>Directa 2014</b>	<b>Indirecta 2014</b>	<b>Directa 2015</b>	<b>Indirecta 2015</b>
Yamana	175	47	190	27
Divalco	12	2	12	2
Atlas Copco Servicio	8	4	8	4
Finning Servicio	2	0	2	0
JCC	20	1		
Atlas Perforadoras	4	0	4	0
Suma	221	54	216	33
<b>Total</b>	<b>275</b>		<b>249</b>	

La cantidad de personas y equipos que operan la mina es un buen dato para comparar la dotación con la propuesta de internalización de Ojos del Salado. Evaluación Estratégica Proyecto de Internalización

## 5. Evaluación Estratégica del Proyecto de Internalización

### 5.1. Visión General para el análisis del proyecto de internalización

Antes de realizar una evaluación económica del proceso de internalización de las minas Santos y Alcaparrosa y compararlo con las operaciones actuales, llevadas a cabo por empresas contratistas con el objetivo de ver qué situación es más conveniente, es importante tener una visión más global de lo que significa llevar a cabo un proceso de Insourcing (Internalización), para qué condiciones se debe realizar, es relevante también tener en cuenta la tendencia global de las empresas y específicamente que comportamiento tiene la industria minera. Otro punto que toma relevancia es tener en cuenta los tipos servicios y qué nivel de importancia para el negocio principal de la empresa deben estar internalizados o externalizados, que responden a la interrogante de ¿Qué motivó la idea de Internalizar?

¿Qué significa que un proceso o servicio se internalice?, la tendencia hasta más menos el año 2010 de las empresas globalmente, era tener externalizado la mayoría de los servicios y procesos de su negocio con el objetivo de facilitar su gestión y disminuir los costos debido a que principalmente en mano de obra, los beneficios que ofrecía la empresa, más el sueldo, riesgos de altas indemnizaciones, pago de cotizaciones, feriados, vacaciones y maternidad significaban un mayor costo que pagar el servicio externalizado. Curiosamente por parte del servicio externo, la labor la realizaba un trabajador con un sueldo mucho menor que si lo realizara el mismo trabajador por la empresa mandante. En el caso de las empresas mineras en los años 90 la relación entre el personal de planta con los contratistas era de 0.68, al año 2010 los trabajadores contratistas duplicaron la cantidad de trabajadores internos de las empresas mineras, este fenómeno se explica principalmente por el auge que tuvo la producción de Cobre a partir del año 2006, donde el precio aumentó casi al doble de 1.67 USD\$/lb promedio el año 2005 a 3.05 USD\$/lb promedio para el año 2006, esta demanda del consumo de Cobre es explicada por el crecimiento económico de China. En el Gráfico 9, se puede observar la evolución del precio del Cobre a partir del año 1999 (Cochilco), donde se puede observar el denominado “Boom del precio del Cobre” desde el año 2006 hasta el 2014, donde se mantuvo sobre los 3 USD\$/lb, teniendo una baja el año 2009 por la crisis económica “Gran Recesión” por los fallos en la regulación económica por parte de los bancos en Estados Unidos, pero volviendo a repuntar llegando a su peak el año 2011 a 4 USD\$/lb.

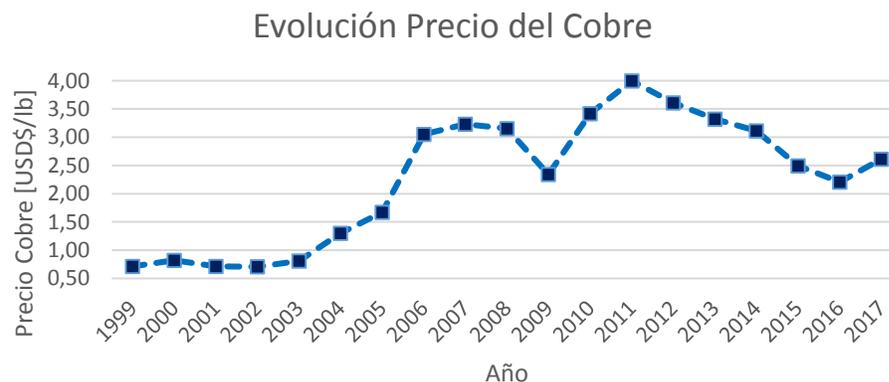


Gráfico 9. Evolución Precio del Cobre.

Otra característica importante de analizar, es la evolución de la producción de Cobre fino chileno (Gráfico 10), donde se puede observar una tendencia al aumento a partir del año 2003, donde incrementó en 600 mil toneladas de cobre fino al año 2004, llegando al peak de 5.8 millones el año 2015.

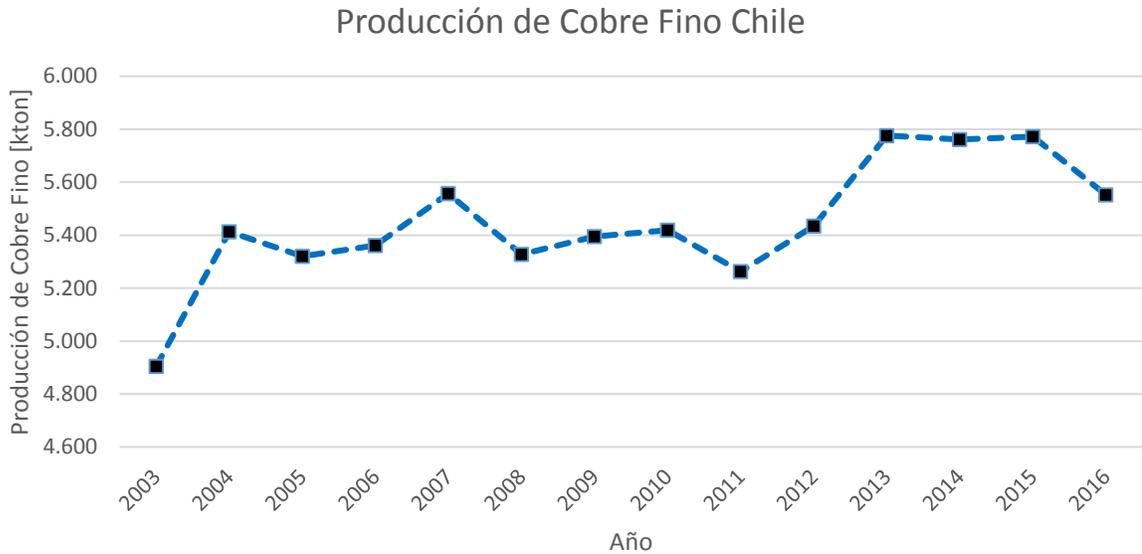


Gráfico 10. Evolución Producción de Cobre Fino Chileno.

Resulta interesante realizar el ejercicio de solapar el aumento de la producción, con la tendencia del Gráfico 11 obtenida del “Estudio de la Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena 2014-2023: Diagnóstico y Recomendaciones”, que muestra el comportamiento de la productividad a partir del año 2006. Increíblemente, pese a que la producción de Cobre aumentó, la productividad laboral descendió en 23 puntos para el cobre procesado y 40 puntos para el cobre fino producido desde el año 2004 al 2012 (año en que se realizó el estudio).

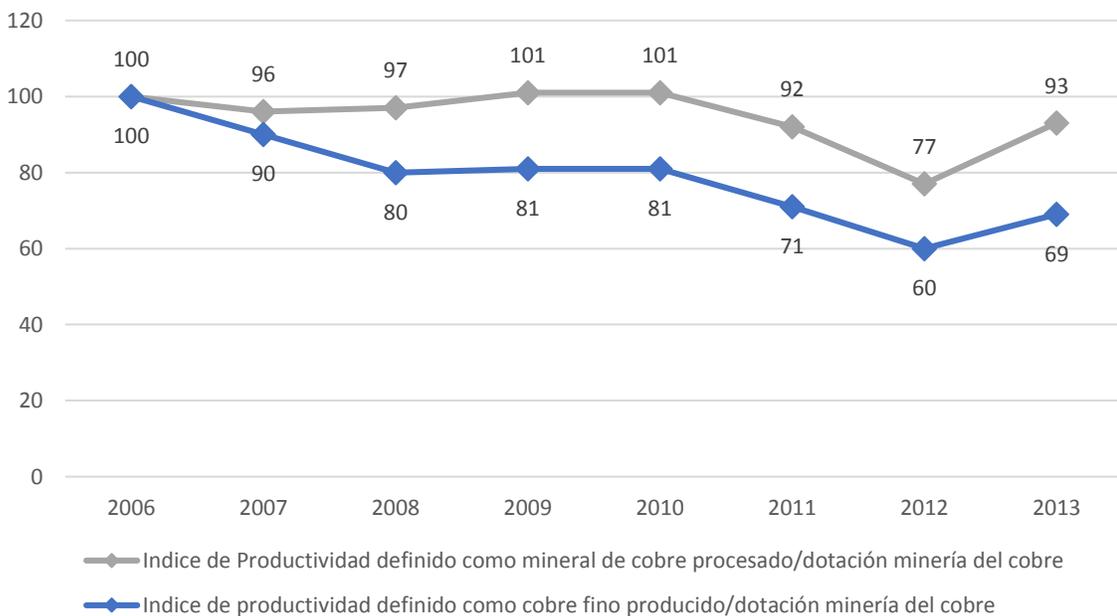


Gráfico 11. Gráfico de la evolución de la productividad de la Gran Minería Chilena.

Si la producción aumentó, lo que explica realmente la baja en la productividad aislando la baja de leyes es que la dotación de trabajadores en la gran minería aumentó desproporcionalmente al aumento de producción. Este efecto se explica debido a que el incremento de la demanda del Cobre fue prácticamente sorpresivo para la industria minera que no estaba preparada para abordar de forma efectiva dicha demanda, priorizando el aumento de producción a toda costa sobre la utilización eficiente de los recursos con el fin de aumentar el retorno financiero sobre la inversión. Esto generó un aumento de la demanda insumos y principalmente de mano de obra por parte de las firmas mineras, incorporando trabajadores que por las condiciones del mercado no cumplían con las capacidades necesarias, ya que la oferta de mano de obra calificada para la minería era muy poca para lo que se necesitaba. Debido a esta demanda de trabajadores no cuantificada en detalle por parte de las empresas mineras de una mirada más global, se debió también el ingreso de personas sin un cargo justificado, todo esto sumado, generó la tendencia de disminución de la productividad laboral en la gran minería chilena.

Dicho lo anterior resulta interesante realizar un análisis a la variación del empleo directo minero en Chile, información que entrega el Consejo Minero a través de su informe “Minería en Cifras”. En el Gráfico 12 se puede observar cómo ha variado la empleabilidad directa aumentando de 115,000 a 239,000 trabajadores. El empleo directo aumentó en un 100%, muy lejos del 15% que aumentó la producción de Cobre, fenómeno que explica principalmente la baja en productividad. Si ahondamos más específico en la composición del empleo, se puede observar que la cantidad de trabajadores externos aumentó en un 140% y los trabajadores internos en solo 60%. Quizás la relación entre producción y trabajadores no tiene un comportamiento lineal ya que depende de varios otros factores como la ley, pero sí se evidencia que existió un exceso de contratación por parte de las firmas mineras, explicado, como se indicó anteriormente por la baja oferta laboral adecuada y la no multifuncionalidad, requiriendo un trabajador por cada actividad que se presentaba.

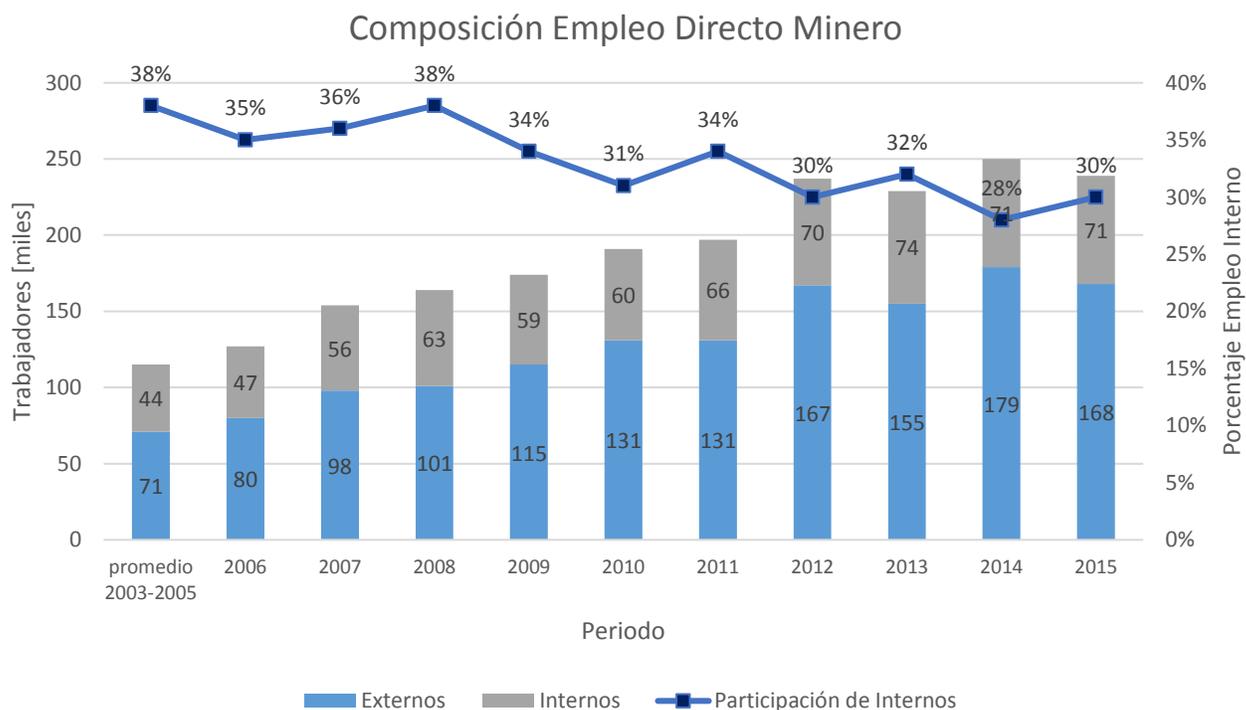
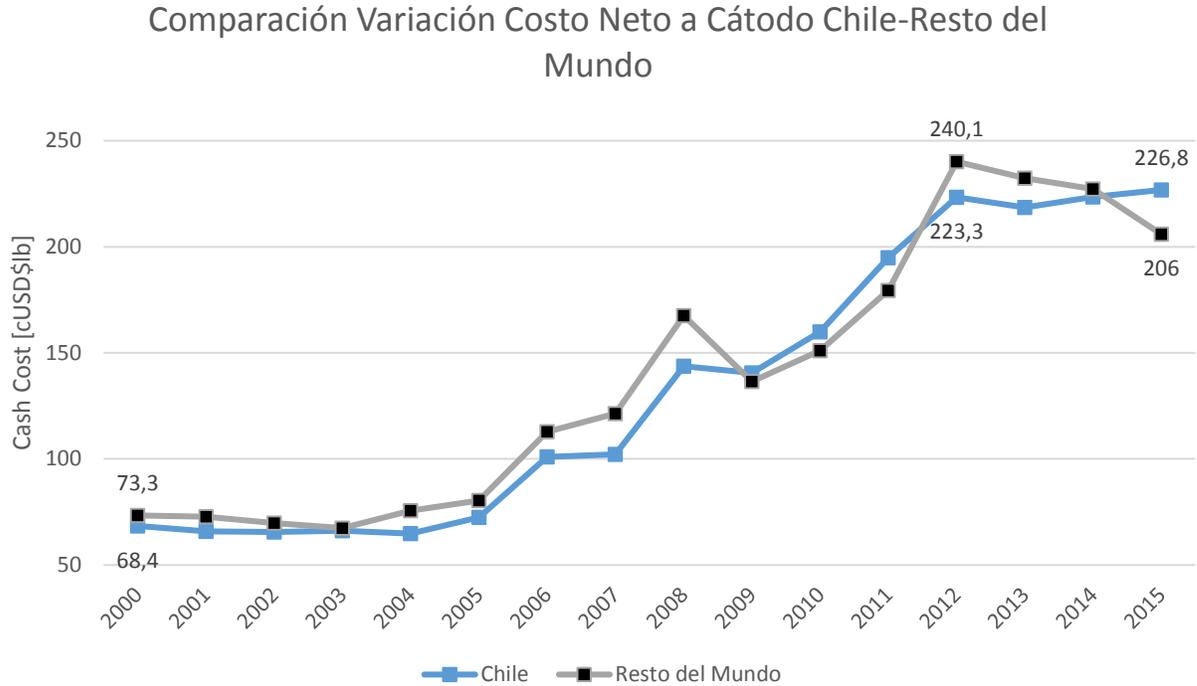


Gráfico 12. Evolución de la Composición del empleo Directo Minero en Chile.

Como todo comportamiento en un mercado de competitividad perfecta, al ser la demanda alta y la oferta baja, el precio aumenta, llevado al mercado laboral el precio representa la remuneración de los trabajadores. Para el año 2012 según “Minería en Cifras”, el sueldo promedio del empleo directo en minería era de 2,363 KCLP\$ que explica el aumento de los costos en mano obra. El Gráfico 13 muestra la variación del Cash Cost promedio en Chile comparado con el resto del mundo (Cochilco), donde se observa en primer lugar un aumento de 3.3 veces el C1 promedio del año 2001 para el año 2015 en el caso de Chile, similar tendencia que para el resto del mundo. El gráfico muestra además la misma tendencia que presenta el aumento de mano de obra en la industria minera, despertando un interés de a qué se debe específicamente este aumento.



*Gráfico 13. Variación Cash Costo.*

El Cash Cost de una empresa minera se divide en 10 aspectos (Gráfico 14), los cuales del año 2000 han sufrido cambios en su valor, se observan grandes variaciones en energía eléctrica, debido a que el costo de producirla en Chile aumento, en los servicios a terceros, aspecto que está directamente relacionado con la subcontratación que también tuvo un aumento debido principalmente al fenómeno ocurrido con las remuneraciones y por supuesto el costo de mano de obra , aspecto que significa el 30% la variación total que tuvo el Cash Cost desde el año 2000 al 2015, valor que se centra en 0.147 USD\$/lb.

Está claro que la mano de obra tiene un efecto importante dentro de los costos de las empresas mineras y que existió a causa del boom minero una alta contratación de trabajadores no controlada, explicada principalmente por una reacción corto placista de preferir el aumento de producción sobre el uso eficiente de los recursos, hecho que empezó a repercutir a partir del año 2015 cuando el precio del Cobre llegó a 2.5 USD\$/lb, llegando al precio más bajo de 2.2 USD\$/lb promedio para el año 2016. Esta variación en el precio del commodity más importante para el país, ha llevado a que la industria minera entre en un proceso de control de costos para contrarrestar los efectos del mal plan estratégico tomado por la mayoría de la industria minera y estar mejor preparados para el futuro.

## Variación de aspectos del Cash Cost 2000-2015

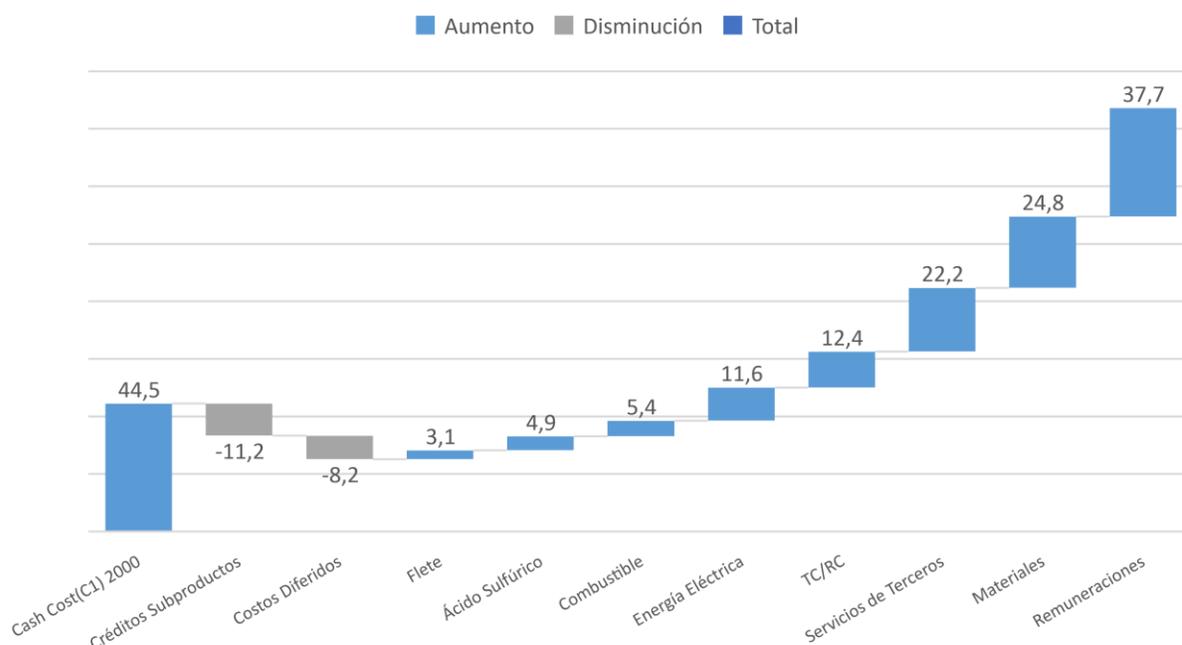


Gráfico 14. Variación de aspectos del Cash Cost 2000-2015.

Explicado el contexto del mercado de la industria minera, es momento de ahondar más profundo en el tema de la internalización. Del punto de vista de suministrar algún recurso o servicio, existen dos formas de realizarlo, uno es de forma interna, que significa que la misma empresa genere el suministro o realice el servicio con personal propio y la otra es de manera externa, que implica que un proveedor te entregue el producto o una empresa realice el servicio. Por ejemplo, Coca Cola obtiene la materia prima para realizar su bebida, pero su producto final lo realiza con gente y maquinarias propias, así existen muchas combinaciones presentes en las diferentes industrias, que generalmente tiene ciertas áreas de su empresa externalizadas y otras internalizadas.

Si profundizamos en la historia, debido a la revolución industrial, el mundo comenzó a capitalizarse en empresas que ofrecían principalmente productos manufacturados de diferentes industrias, en ese entonces las “empresas” contrataban a sus empleados propios quienes realizaban su trabajo en pésimas condiciones laborales (infraestructura, horario, salarios, etc.) y de seguridad. Luego con el crecimiento económico y desarrollo de los países, los trabajadores notaron las pésimas condiciones en las que estaban, se dieron cuenta que el sistema no los protegía, generaron sindicatos de trabajadores y dieron inicio a las huelgas laborales donde exigían mejores condiciones, todo esto llegó a su punto máximo el 1 de mayo de 1886, día en que sindicalistas de Chicago fueron ejecutados por participar en las jornadas de lucha por la consecución de la jornada laboral de 8 horas. A finales de mayo de 1886 varios sectores patronales estadounidenses accedieron a otorgar la jornada de 8 horas a varios centenares de miles de obreros.

Lo anterior junto a los efectos del neoliberalismo que se generó a partir del final de la primera Guerra Mundial, impulsó a que las industrias y empresas comenzaran a buscar nuevas formas de ser más productivas. El neoliberalismo luego de la segunda guerra mundial, debido a sus bases generó mercados más competitivos, generándose nuevos emprendimiento en diferentes áreas económicas, al haber más empresas, como se indicó anteriormente, estas buscaron la forma de ser más competitivas, disminuyendo sus costos y aumentando su producción, lo cual generó la

innovación de subcontratar ciertos servicios, tendencia que ha ido en aumento hasta el día de hoy, tendencia de la cual se ha abusado en cierto punto, ya que muchas veces los mandantes no tienen claro qué áreas de la empresa deben tener internalizadas y cuáles no.

En Chile, el neoliberalismo entró de una forma recelada, a partir de 1973, con el golpe de estado, quienes se hicieron cargo del país comenzaron a gobernar con una política económica neoliberal, debido a que Chile, estaba bajo un régimen dictatorial este no fue de un gran interés para el mundo inversor hasta la vuelta la democracia a partir de los 90, donde la inversión extranjera llegó al país generando un empujón para el desarrollo económico. En la industria minera local, la inversión fue tan significativa que a partir de esta década fue donde comenzaron su producción importantes yacimientos que continúan en explotación hasta el día de hoy. Las empresas mineras en ese entonces del punto de vista laboral, tenían todos sus procesos de producción internalizados y los servicios secundarios, suministros de recursos lo generaban empresas externas, como se indica en el Gráfico 12 para el año 2000 los trabajadores de las empresas mandante correspondía al 38% de la dotación de empleo directo en minería, debido a al boom minero y los motivos que fueron explicados anteriormente en esta sección el porcentaje disminuyó a un 28% el año 2014, lo cual también se explica por una búsqueda de competitividad. La bibliografía, luego de varios años de aprendizaje en el área plantea actualmente que el proceso principal del negocio o core business deben ser internalizados o realizados con personal y equipamiento propio, ya con la correcta gestión, innovación y tecnología harán que las empresas sean más productivas. ¿Por qué con personal propio? Simplemente porque es más sencillo llevar a cabo la gestión, fomentar la innovación y emplear nuevas tecnologías en los procesos en pro del negocio. Diferentes autores reafirman lo planteado anteriormente y complementan que los servicios no pertenecientes al core business deben ser realizados por externos, el desafío está en determinar cuáles son los procesos principales y secundarios para cada empresa y saber sobrellevar los riesgos que implican, es importante tener claro que dentro de un negocio siempre existirán riesgos asociados al mercado que jamás podrán eliminarse.

Hecho el análisis más general para entender de una forma más macro el fenómeno de internalizar o externalizar, es momento de verlo de una manera más local, ahora el objetivo central, es aterrizar las ideas anteriores, a la situación que viven actualmente las minas de Ojos del Salado. Si ahondamos en la historia de las minas del distrito Candelaria, todo parte con la producción de la mina subterránea Santos que se encuentra en producción desde 1929, con procesamiento en la llamada planta PAC. Phelps Dodge se convirtió en propietario único de Minera Ojos del Salado, que consideraba mina Santos y planta de PAC en 1985. A principios de 1996, inicia su producción de la mina subterránea Alcaparrosa, completando el complejo minero actual ojos del Salado, es importante recalcar que en este periodo las operaciones de Santos se realizaban totalmente con gente interna y Alcaparrosa con empresas contratistas. A finales de la década del 90, el precio del Cobre llegó a 0.7 USD\$/lb, lo cual se hizo insostenible para los costos que tenía Ojos del Salado, generando la detención de las operaciones de minas Santos y Alcaparrosa, significando el despido de todo el personal involucrado con las operaciones de minas. Esta situación se mantuvo hasta el 2004, donde el precio del commodity se hizo interesante para que Phelps Dodge reanudara las operaciones, pero esta vez lo haría con las operaciones totalmente externalizadas debido a que el objetivo de volver a explotar las minas era de extraer solamente lo que había quedado reconocido hasta antes de detener las operaciones a finales de los 90. Para la sorpresa, en ambas minas se fueron realizando campañas de explotación y fueron alargando la vida en 1-2 años paralelamente a la extracción, lo cual llamo la atención de Freeport quienes incorporaron el 80% del distrito Candelaria en el año 2006, quienes continuaron con el mismo sistema externalizados durante el periodo prospero del Cobre, que tuvo las consecuencias antes explicadas, sin duda alguna Freeport se benefició ya que los ingresos durante este periodo de tiempo fueron muy positivos para la

empresa, pero como fue planteado anteriormente, toda empresa minera en aquel momento de prosperidad, no se preocupó de realizar un uso eficiente de los recursos y continuó las operaciones como ya venían. Para el año 2014 la canadiense Lundin Mining Corporation realiza la compra del 80% total del distrito Candelaria, que pertenecía a Freeport, el resto 20% era y sigue siendo propiedad de una empresa japonesa denominada Sumitomo.

Las condiciones de mercado que se presentaron a partir del año 2015, generó una reacción de las empresas mineras llevando a cabo una campaña de reducción de costos y aumento de productividad, se empezaron a preocupar de uso eficiente de sus recursos. En el caso de Ojos del Salado, se planteó una forma de mejorar la gestión y ser más productivos a un menor costo, esta solución se denomina “Proyecto de Internalización de las operaciones Minas de Ojos del Salado”. Proyecto radical que plantea realizar las operaciones que se han realizado durante 10 años mediante empresas contratistas, realizarlas con equipos y personal propio. Debido a su magnitud genera mucho ruido dentro de la empresa, ya que para llevarlo a cabo requiere de una inversión, siendo un cambio drástico, implica ciertos riesgos, necesita de un trabajo minucioso y dedicado para implementarlo de una forma correcta, pero si se tienen clara las razones de porque internalizar, se evalúa y se implementa de una forma correcta y además se abordan los riesgos con el objetivo de tener un control sobre ellos, este proyecto puede generar los beneficios esperados.

El objetivo de este capítulo, es dejar en claro las razones de porque se piensa internalizar las operaciones de las minas de Ojos del Salado y por otro lado reconocer los riesgos, con el objetivo de cuantificarlos más adelante para tener una idea de su real efecto y generar la capacidad de reacción en caso de que afecte uno en el futuro, dejando para secciones posteriores la evaluación económica y la implementación.

Las principales razones de por qué se piensa en internalizar las operaciones de minas Santos y Alcaparrosa, se detallan a continuación:

- Hay que centrar la gestión en la cadena principal de valor del negocio, que para una empresa minera son sus operaciones, esto permite tener una mejor capacidad de reacción a las condiciones del mercado facilitando la visión y planificación de largo plazo con el objetivo de ser más estables y competitivos en el tiempo evitando los errores del pasado.
- Generalmente en las operaciones internalizadas, el costo operacional es menor en comparación con la situación contraria (externalizada), esperando obtener una ganancia económica del proyecto, pero se deben abordar los riesgos asociados que disminuirán la ganancia económica.
- Debe existir una eficiencia de la utilización de recursos que optimice los procesos, debido a la contratación de mano de obra calificada y equipos nuevos.
- Mejorar la gestión de la información incorporando nuevas tecnologías y capacitaciones al personal directo.
- Estar mejor preparados para responder a las condiciones futuras del mercado que no sean complicadas para la industria.

Estas razones son de bastante peso para justificar la puesta en marcha del proyecto de internalización, ya que aborda la reacción a la volatilidad del mercado del commodity centrandolo en la gestión en los procesos del core business, también hace mención a la conveniencia económica razón más influyente a la hora de llevar a cabo un proyecto y por otro lado prioriza el aumento de productividad que puede ser complementado con la gestión de costos para que la empresa logre una mayor competitividad.

Dada las razones de por qué pensar en internalizar las operaciones, es momento de abordar los riesgos que se pueden generar al llevar a cabo este proyecto, riesgos que pueden ocurrir al inicio de la implementación y también cuando la nueva forma de operar este en pleno régimen. Los principales riesgos se listan a continuación:

1. Incorporación de mano de obra no calificada (bajo 60% eficiencia), generando ineficiencias en las operaciones.
2. Aumento del costo operacional, puede ser que en el momento de la operación este costo aumente debido a que se obtengan precios más altos por los insumos que lo que pagan las empresas contratistas actualmente.
3. Huelga por no llegar a acuerdo en negociación Colectiva, debido a la cantidad de personal de incorporar es posible que se genere un sindicato aparte o que se sume al sindicato ya existente en el rajo, generando periodos de negociaciones más desgastantes y altas demandas.
4. Realizar una mala implementación del proyecto por un incorrecto paso de las operaciones de subcontratadas a internalizadas, generado bajas en la producción de las minas.
5. Aumento del costo de la inversión al realizar nuevas cotizaciones por condiciones del mercado.
6. Aumento de la escala de sueldo debido a que se deba igualar con la escala del Rajo Candelaria.
7. Debido a un incorrecto cálculo en el dimensionamiento de los equipos y/o personal se genere un incumplimiento del KPI de producción.

Con el objetivo de cuantificar el riesgo y relativizarlos con el resto, la lista anterior se presenta en la siguiente matriz de riesgo (Gráfico 15). Donde el eje Y corresponde a la probabilidad de que el riesgo ocurra y el eje X a la consecuencia que puede tener el riesgo si es que llega a generarse, esta matriz tiene un valor en escala de valor ascendente del 1 al 5, donde si está el número 1 tiene menor probabilidad de ocurrir o menos consecuencia y en 5 tiene mayor probabilidad de ocurrir y mayor consecuencia.

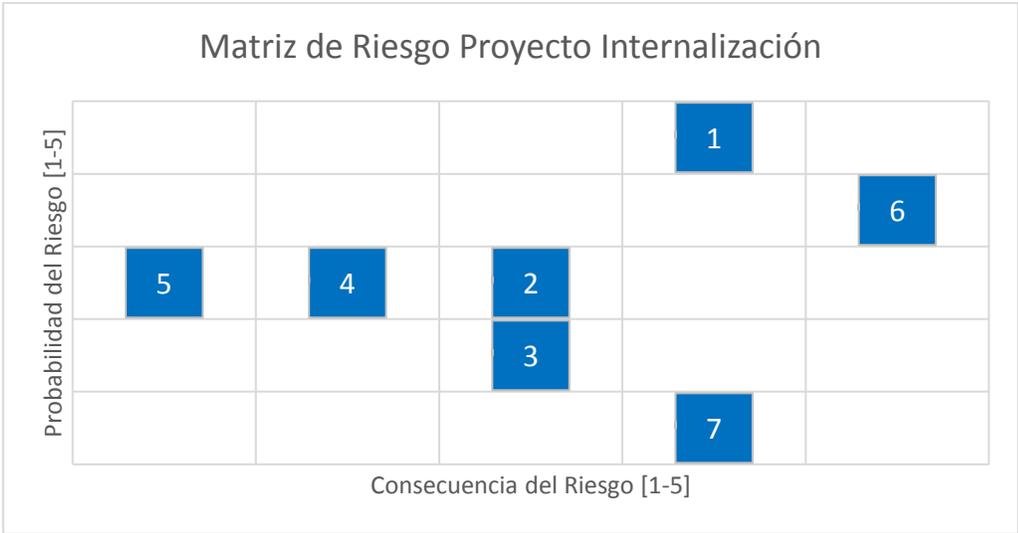


Gráfico 15. Matriz de Riesgos del Proyecto de Internalización Minas UG

Planteada la matriz de riesgo que posiciona las probabilidades y consecuencias del riesgo, metodología que es bastante subjetiva pero es una herramienta poderosa al aplicar, se observa que el riesgo que más puede afectar es el aumento en la escala de sueldo, los otros riesgos que tienen

una alta consecuencia son la incorporación de mano de obra no calificada, incumplimiento de los KPI y las huelgas por no llegar acuerdo en las negociaciones colectivas, es fundamental estar en conocimiento que entre los riesgos evidenciados en esta investigación, existe solapamiento de estos, uno puede impulsar otro y viceversa. El desafío está en cuantificarlos y saber el modo operandi para abordar y reducir la probabilidad que ocurra y el impacto final.

Dentro de la lista de riesgos, tres se atribuyen directamente a la gestión de los recursos humanos, por lo que el 50% de que el proyecto de internalización cumpla con sus objetivos depende del recurso humano, por lo que se debe poner especial atención a la gestión del recurso humano. La única forma de cuantificar los riesgos principales es realizar estimaciones de las pérdidas de tiempo llevadas a dinero con el objetivo de incorporarlos en la evaluación económica del proyecto. Los riesgos asociados a la implementación y evaluación económica, serán profundizadas en los siguientes capítulos, con el objetivo de entender lo anterior, se realizará la cuantificación de las pérdidas por huelga, como el proyecto de internalización será evaluado a 5 años, por asunto del ejercicio se supondrá que ocurrirá una huelga en ese periodo, actividad que por historia no ha ocurrido en las operaciones del distrito Candelaria.

*Tabla 27. Ejercicio de cuantificación huelga.*

<b>Ejercicio de cuantificación Huelga</b>	
<i>Producción Minas UG [ton]</i>	<i>9,400</i>
<i>Recuperación [final con pérdida en transporte]</i>	<i>90%</i>
<i>Ley Cu de mineral</i>	<i>1%</i>
<i>Producción diaria Cu Fino [ton]</i>	<i>84.6</i>
<i>Producción diaria Cu Fino [lb]</i>	<i>186,509</i>
<i>Precio Cobre [USD\$/lb]</i>	<i>2.5</i>
<i>Ingresos por día [USD\$]</i>	<i>466,273</i>
<i>Pérdida 1 semana de Huelga [USD\$]</i>	<i>3,263,910</i>
<i>Aumento de productividad 5% [USD\$/anual]</i>	<i>3,338,514</i>

En el ejercicio de la Tabla 27, se puede observar la cuantificación de una semana de huelga en un periodo de 5 años, significando aproximadamente 3,000 KUSD\$, cantidad bastante significativa, pero que si con el proyecto de internalización se logra aumentar la productividad al menos en un 5%, en un año esa pérdida estaría cubierta, el riesgo de la huelga por negociación colectiva tiene una alta consecuencia pero la probabilidad de que ocurra es baja debido a que estadísticamente en el distrito Candelaria no ha habido huelgas anteriores, factor que influye al momento de tomar dicha decisión por parte de los sindicatos.

Con el objetivo de complementar este análisis en las siguientes subsecciones de este capítulo se realiza una comparación técnica de las operaciones actuales de desarrollo-producción y carguío-transporte realizadas por empresas contratistas (externalizadas) contra la opción de realizarlas con personal y equipos propios (internalizadas) bajo el supuesto de que ambas opciones tienen el mismo costo económico. El objetivo de esta comparación es reconocer cuál de las dos opciones entrega un mayor valor agregado a la empresa de un punto de vista más específico. Para esto se van a considerar ventajas y desventajas basadas en experiencias en otras faenas, análisis de expertos y bibliografía de procesos de internalización y externalización. Continuado al estudio de ventajas y desventajas de ambas opciones, se presenta un análisis FODA, el cual presenta las Fortalezas y debilidades de LMC Services Chile SPA y las oportunidades y amenazas que se presentarían en caso de llevar a cabo el proyecto de internalización en las siguientes secciones.

## 5.2. Operaciones Externalizadas

Tabla 28. Ventajas y Desventajas Operaciones Externalizadas.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <i>No existe riesgo de negociación colectiva, debido a que no existe un sindicato de las operaciones UG directamente relacionado a LMC.</i></li><li>▪ <i>El Personal que opera es especializado en su función y la empresa con su amplia dotación permite una flexibilidad al momento de reemplazar un trabajador.</i></li><li>▪ <i>Ahorro de esfuerzos, costos de formación y capacitación, ya que es responsabilidad de la empresa contratista.</i></li><li>▪ <i>Ahorro de problemas de gestión de persona, los actuales jefes de turno LMC, no interactúan de manera de gestionar operativamente con los trabajadores, solo supervisan.</i></li><li>▪ <i>Presión al incumplimiento de obras y rápido de reemplazo de trabajadores ineficientes.</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <i>Cada empresa contratista vela por su propio bien, se pierde el bien del proceso global, buscando el óptimo local.</i></li><li>▪ <i>La mono funcionalidad del personal impide aumentar productividad debido a alta dependencia con mantenedores.</i></li><li>▪ <i>Problemas con respecto a la coordinación (ley de subcontratación).</i></li><li>▪ <i>Bajo aprovechamiento de las horas del turno por excesiva dependencia entre operador y supervisor.</i></li><li>▪ <i>Equipos antiguos con baja disponibilidad mecánica, debido a no darle holgura a las EECC en los contratos (renovaciones por 1 año).</i></li></ul>

En la Tabla 28 se presentan las ventajas y desventajas de las operaciones externalizadas las cuales fueron basadas en las opiniones de expertos asociados a las operaciones de Santos y Alcaparrosa, benchmarking de proyectos similares y bibliografía. La primera ventaja de tener las operaciones externalizadas indica que no existe un riesgo de negociación colectiva directo debido a que el mayor porcentaje de la dotación que opera minas Santos y Alcaparrosa es contratista por lo que evita una negociación colectiva masiva que pueda afectar directamente a las operaciones. La segunda ventaja se refiere a que las empresas contratistas Geovita, Santa Elvira y JMT, se dedican exclusivamente a sus operaciones por lo que se consideran empresas expertas, esto implica que tiene un personal bien capacitado y apto para todos los tipos de labor específicos que se requieren dentro de la operación, dando una flexibilidad de acción y variabilidad de trabajadores. LMC Services Chile SPA no se debe preocupar de formar ni capacitar al personal, ahorrando en gestión y tiempo ya que es la empresa contratista la que se preocupa de sus propios trabajadores. Finalmente, la última ventaja considerada se refiere a la presión que se puede ejercer por parte de LMC Services Chile SPA hacia las empresas contratistas cuando no han cumplido el KPI de la operación respectiva, materializándola con un castigo a la utilidad incluida en el contrato. Además, si se encuentra que un trabajador contratista no es eficiente en la labor que desempeña, se puede pedir el reemplazo de dicho trabajador, lo cual se realiza expeditamente debido a la flexibilidad y dotación que tienen las empresas contratistas ya que cuentan con otros contratos de servicios.

Con respecto a las desventajas, la primera indica que las empresas contratistas velan por que su operación se haga de la mejor forma, no importándole el resto de las operaciones, por ejemplo, en el caso de la producción, les interesa tronar el mineral, muchas veces no se preocupan de la granulometría la cual afecta al carguío y transporte. Una desventaja general es la mono funcionalidad del personal, por ejemplo, un mantenedor no está capacitado para operar un equipo, por lo que se pierde mucho tiempo en que un operario mueva el equipo para ser llevado a

mantención o simplemente pueda moverlo dentro del taller, esto puede ser corregido con la creación de un nuevo perfil de trabajador complementado con las capacitaciones respectivas.

Una desventaja bastante importante es el problema que se genera por la ley de subcontratación la cual, en la práctica el personal supervisor de LMC, no puede dar indicaciones directamente al trabajador de la empresa contratista, las indicaciones deben canalizarse a través de un supervisor indicado por el contrato. Esto genera pérdidas de tiempo considerables, pérdidas de información y un bajo complemento laboral, además existe una alta dependencia de los supervisores y una proactividad casi inexistente. Debido a las mismas razones anteriores se tiene un bajo aprovechamiento de las horas de turno por falta de información o de indicaciones, también se pierde bastante tiempo en el ingreso, colación y salida de turno, debido a faltas de infraestructura interior mina y protocolos de las empresas contratistas. La última desventaja, la cual no deja de ser importante, es que las actuales empresas contratistas utilizan equipos antiguos para las operaciones de Santos y Alcaparrosa lo cual afecta directamente la disponibilidad mecánica, disminuyendo las horas de operación efectiva y afectando la productividad de las minas, esto debido a que las renovaciones de los contratos con las empresas contratistas han sido por un año últimamente.

### 5.3. Operaciones Internalizadas

En la Tabla 29, se presentan las ventajas y desventajas en caso de realizarse el proyecto de internalización de las operaciones realizadas actualmente por Geovita y Alcaparrosa.

*Tabla 29. Ventajas y Desventajas de las Operaciones Internalizadas.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Mejor complementación laboral implicando un aumento de productividad y aprovechamiento de horas del turno.</i></li> <li>▪ <i>Utilización de equipos nuevo o usados con una mayor Disponibilidad Mecánica</i></li> <li>▪ <i>Capacidad de formar y capacitar a los trabajadores de acuerdo a las políticas y conveniencia de la empresa.</i></li> <li>▪ <i>El óptimo de las operaciones será de acuerdo a un óptimo global del proceso, se evitarán los óptimos locales.</i></li> <li>▪ <i>Nuevo perfil de trabajadores, más autónomos y proactivos.</i></li> <li>▪ <i>Capacidad de disponer de los trabajadores para que realicen su labor en las 3 minas subterráneas del distrito Candelaria</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Por la cantidad de trabajadores, al no llegar a un acuerdo en las negociaciones colectivas, se genera el riesgo de huelgas masivas.</i></li> <li>▪ <i>Si existen trabajadores ineficientes no se puede reemplazarlos fácilmente, debido al tema contractual y que se debe realizar otro proceso de selección.</i></li> <li>▪ <i>En caso de incumplimientos de KPI, la responsabilidad es totalmente de la empresa y la presión a los trabajadores no es la misma que le puedo realizar a la empresa contratista.</i></li> <li>▪ <i>Es posible que el personal de Minas UG, quiera igualar sus sueldos al personal del rajo Candelaria.</i></li> </ul>

Al igual que tener externalizadas las operaciones, internalizar tiene ventajas y desventajas que se deben considerar al momento de tomar la decisión, no solo hay que basarse en la evaluación económica. La primera ventaja que entrega el proyecto de internalización de minas UG, es que mejorará la complementación laboral, ya que la ley de subcontratación no aplicará, el supervisor LMC tendrá relación directa con el operario, lo cual hace más efectiva el traspaso de información e instrucciones. También al ser los trabajadores de la misma empresa, existirá una mayor afinidad

entre las labores de operaciones unitarias, mejor sinergia entre el desarrollo-producción y el carguío-transporte. Otra ventaja importante, es que la internalización implicará que LMC incorpore equipos nuevos para sus operaciones, esto generará una mejora en la disponibilidad mecánica de los equipos, aumentando la productividad. En caso de que los equipos sean usados, se deberá velar de que estén en buen estado para que aun así la disponibilidad mecánica de los equipos incremente, aumentando las horas de operación efectiva. Poder capacitar y formar a los trabajadores propios, es una gran ventaja debido a que se les puede inculcar la cultura Candelaria y crearles un compromiso con la visión y misión de la empresa. Un problema que se ve en las operaciones actuales y que será más fácil de corregir con la internalización, es la oportunidad de buscar un óptimo global del proceso, actualmente las empresas contratista realizan sus operaciones con la función de maximizar sus utilidades aumentando su productividad y disminuyendo costos sin importarles el resultado o el proceso siguiente, muchas veces las acciones que se realizan en un proceso afectan de manera considerable al siguiente. Al tener todas las operaciones bajo la misma empresa, se trabajará en mero de un óptimo global el cual beneficiará en que se cumplan los planes de LMC Services Chile SPA.

Otro problema actual es la dependencia que tiene el trabajador de los supervisores y la de los operadores con los mantenedores. La mano de obra actual es poco proactiva y depende demasiado de las instrucciones que les brinda el supervisor. Por otro lado, el operador depende en demasía del mantenedor cuando el equipo falla y viceversa, los operadores no tienen la capacitación para abordar fallas que muchas veces son bastante simples y los mantenedores no pueden manipular los equipos para repararlos. Estos problemas se evitarán con la internalización ya que se buscará que la gente contratada tenga un perfil proactivo y mixto, sin duda alguna, el desafío está en encontrar al personal adecuado. La última ventaja importante, considera que tener una dotación mayor de trabajadores y equipos propios, permite disponer de ellos para operar en todas las pertenencias mineras del distrito Candelaria, genera una flexibilidad laboral en caso de generarse alguna emergencia de producción o similar. Por otro lado, el proyecto de internalización genera un riesgo, principalmente asociado a que la dotación de la empresa aumentará, es posible que se genere un sindicato con un volumen importante de personas, lo cual puede generar a futuro negociaciones colectivas que interrumpen la continuidad de la operación de las minas. Un riesgo aún mayor se podría ocasionar si es que el personal es contratado por Candelaria, genera la posibilidad de que se adhiera al sindicato existente de las operaciones del rajo Candelaria, teniendo un volumen de personas bien significativo. Los sueldos en general para la mina subterránea son inferiores a las del rajo, principalmente por las producciones que se generan, los rajos en general son más productivos, aún en conocimiento de eso, se corre el riesgo de que el personal de minas UG, quiera igualar sus sueldos con los del rajo en una posible negociación colectiva. Una desventaja comparando el proyecto de internalización con la situación actual, es que no se tendrá la flexibilidad de cambiar a los trabajadores ineficientes de manera fácil como se hace en la actualidad donde si un trabajador no está realizando de una forma adecuada su labor, el supervisor LMC puede pedir a la empresa contratista Geovita o Santa Elvira a través del administrador de contrato que reemplace a dicho trabajador, la empresa contratista puede hacerlo debido a que tiene una dotación mucho mayor ya que maneja otros contratos. En cambio, con las operaciones internalizadas reemplazar a un trabajador se hace más complicado ya que la empresa debe realizar un nuevo proceso de postulación para el cargo por lo que el costo en tiempo y gestión es mucho más alto. En caso de incumplimientos en los KPI, la responsabilidad será propia de LMC, por lo que el costo lo llevará totalmente la empresa, se debe pagar igual la mano de obra, insumos, etc. En cambio, actualmente la responsabilidad es de la empresa contratista a la cual puedo castigar a través de los pagos, para que la situación no se vuelva a repetir.

#### 5.4. Análisis FODA Internalización



Esquema 3. Análisis FODA proyecto de internalización minas UG.

## 6. Dimensionamiento y Selección de Equipos

### 6.1. Equipos Desarrollo y Producción

En esta sección se presenta el cálculo del dimensionamiento y selección de los equipos necesarios para obtener los KPI de Desarrollo y Producción de minas Santos y Alcaparrosa como parte de la propuesta del proyecto de Internalización.

El proceso de Desarrollo y producción consiste en realizar las galerías de producción, hundimiento, transporte, cruzados y exploración, mediante el método de perforación y tronadura, donde en la etapa de desarrollo se perfora la frente, luego es cargada y tronada, se realiza liberación de gases, acuñadura y limpieza de marina, para repetir el proceso nuevamente logrando avances de 3.3 metros por tronadura de desarrollo. Por otro lado para la producción de caserones, en la galería de producción se realiza una cara libre con base en una chimenea por método VCR, luego se realizan tiros largos descendentes en forma de abanico con DTH, se carga y se va tronando por etapa hasta formar el caserón, paralelamente en la galería de hundimiento se va realizando el Realce, perforando con una perforadora para realce Simba y tronando con el objetivo de formar el embudo en la parte inferior del caserón para que el mineral sea extraído finalmente en los cruzados. Como se indica, todo parte con el desarrollo, por lo que es la etapa fundamental para cumplir con la producción de ambas minas y por donde se inicia esta sección de dimensionamiento y selección de equipos.

Específicamente en esta sección se presenta el cálculo para Jumbos de avances y fortificación, DTH para realizar el banqueo de caserones, Simba para el realce, acuñadores y equipos para la carga de explosivos, alza-hombres y otros equipos auxiliares necesarios para el óptimo funcionamiento de las minas de Ojos del Salado.

#### 6.1.1. Equipos de Perforación Horizontal

Como se explicó anteriormente, el avance en producción de las minas depende en mayor medida de los metros desarrollados, ya que son los avances en galería lo que va dando la dinámica al resto de las operaciones. Se comienza con la perforación horizontal en las frentes donde los equipos encargados son los denominados Jumbos de perforación que pueden ser desde uno a cuatro brazos dependiendo el área de la frente.

Actualmente en las operaciones de Geovita en minas Santos y Alcaparrosa utilizan tres tipos de Jumbo, de un brazo Atlas Copco, de dos brazos Atlas Copco 282 y uno de mayor potencia (mayor tamaño), M2C. Los dos primeros modelos son utilizados para la perforación de avance y fortificación, esta última función debido a que tienen una envergadura que se acopla de mejor forma al tamaño de las galerías, lo cual es una limitación para que el Jumbo M2C pueda fortificar y ser una opción eficiente para la propuesta. Debido a la limitación que tiene el modelo M2C, los Jumbos que se evaluarán para el desarrollo y fortificación corresponden al Atlas Copco 282, ya que se tiene una buena experiencia con el proveedor y el equipo, además se conoce el rendimiento real ya que se utiliza en la actual operación de Alcaparrosa y Candelaria Norte.

En la Tabla 30 se presentan los índices operacionales (ver Anexo A.1) promedio de la operación del Jumbo Atlas Copco 282 en sus funciones en Alcaparrosa, donde se tiene una disponibilidad mecánica del 83%, Utilización de 67% y el factor operacional de 60%, dando una total de horas anuales de operación efectiva de 2,923, esto implica que el jumbo está realizando la función para la cual está hecho durante 8 horas diarias, si se compara con otros equipos de las operaciones es de los que menos horas efectivas tiene, ya que no se tiene un equipo por frente debido a la baja eficiencia en costos, pero se pierde un tiempo significativo en los traslados de un nivel a otro.

Tabla 30. Tabla de Tiempos Asarco Operación Jumbo.

<b>Parámetros de Tiempo Jumbos</b>	
Tiempo Nominal [hrs/año]	8,760
Disponibilidad Física [%]	83
Índice de Utilización [%]	67
Factor Operacional [%]	60
Tiempo Disponible [hrs /año]	7,271
Tiempo Operativo [hrs /año]	4,871
Tiempo Operación Efectiva [hrs /año]	2,923

Para obtener el número de Jumbos 282 necesarios para realizar el avance y fortificación se debe conocer el requerimiento de avance de las minas, el cual está basado en la planificación oficial de las minas realizada por Ingeniería complementado por el rendimiento real operativo del equipo se calcula la cantidad de Jumbos a adquirir para cumplir la producción (Tabla 31).

Tabla 31. Dimensionamiento Jumbos de Avance y fortificación.

<b>Desarrollo y Fortificación</b>	
Requerimiento Avance Horizontal [m/año]	8,400
Avance/disparo [m/disparo]	3.3
Disparos [disp/año]	2,546
Tiros/disparo	60
Largo perforación [m]	3.8
Requerimiento Avance Hz [mb/año]	580,488
Pernos de fortificación [un/mes]	2,500
Pernos de fortificación [un/año]	30,000
Largo medio de perforación pernos [m]	3.0
Requerimiento Fortificación [mb/año]	90,000
Rendimiento Equipo [mb/hr]	60
Rendimiento por Equipo [mb/año]	175,372
Rendimiento por Equipo [mb/mes]	14,614
N° Equipos	3.8
<b>N° Equipos</b>	<b>4</b>

Sumado a el requerimiento de metros de desarrollo, se agrega los metros de perforación para la fortificación con pernos, resultando un total de 4 equipos Jumbo Atlas Copco 282 (Ilustración 9). La distribución será en 50% de la flota para cada mina.



Ilustración 9. Jumbo Atlas Copco 282 FOPS/ROPS.

El precio unitario por equipo corresponde a 763 KUSD\$, esto implica que para adquirir los 4 Jumbos Atlas Copco 282, se requiere de una inversión total de 3,052 KUSD\$ (Tabla 32).

Tabla 32. Inversión Flota de Jumbo Atlas Copco 282.

	Unidad [KUSD\$]	Inversión, Total [KUSD\$]
Jumbo Atlas Copco 282	763	3,052

### 6.1.2. Equipos de Banqueo y Realce de Caserón

La producción en base al método Sublevel Stopping con variación LBH, consiste en realizar la perforación de los caserones con tiros radiales largos descendentes de la galería de producción, la operación del método consiste en una primera etapa realizar todas las perforaciones correspondientes al diseño, para luego ir quemando por etapa el caserón (Ilustración 5). Primero, por medio de una chimenea VCR y tiros paralelo se genera la cara libre, el objetivo de la chimenea es dar el espacio para que la roca se expanda y libere energía, mismo objetivo que tiene la cara libre para el resto del caserón. Una vez construida la cara libre se procede a la tronadura del resto de las etapas para la formación final de este.

Toda la perforación descendente tanto de la cara libre como de los tiros largos radiales del banqueo del resto del cuerpo del caserón se realiza con el equipo “Down The Hole” DTH, por lo que a continuación se procederá a realizar el dimensionamiento de la flota del modelo DTH M4C de Atlas Copco. Para obtener el rendimiento de los equipos es necesario conocer el tiempo de operación efectiva de los equipos DTH, información basada en la estadística de Geovita ya que son similares al modelo planteado. En la Tabla 33 se presentan dichos tiempos, donde se considera un total de 3,166 horas de operación efectiva al año, esto se traducen en 8.67 horas diarias, en otras palabras, el 36% del día el equipo se encuentra realizando la operación para lo que está diseñado.

Tabla 33. Tiempo Asarco Flota DTH.

<b>Tiempo Asarco DTH</b>	
Tiempo Nominal [hr/año]	8,760
Disponibilidad Física [%]	83%
Índice de Utilización [%]	67%
Factor Operacional [%]	65%
Tiempo Disponible [hr/año]	7,271
Tiempo Operativo [hr/año]	4,871
Tiempo Operación Efectiva [hr/año]	3,166

Una vez conocido el tiempo de operación efectivo, se necesita conocer el requerimiento de los metros barrenados en base al diseño y planificación de los caserones, además es necesario el rendimiento de los equipos, información que al igual que los tiempos de operación, se obtienen de las estadísticas operacionales. Una vez obtenido todos estos datos se procede con el cálculo de la flota de DTH para minas Santos y Alcaparrosa, valores que se presentan en la Tabla 34. Con respecto al requerimiento de 144,000 metros barrenados por año, corresponde a 395 metros por día, si se considera que el metro barrenado significan 18 toneladas, implica que el requerimiento corresponde al 75% de la producción, el resto se produce por el realce, desarrollo y sobrexcautación de los caserones.

Tabla 34. Dimensionamiento de Flota DTH para banqueo.

<i>Dimensionamiento Flota DTH</i>	
<i>Requerimiento [mb/año]</i>	<i>144,000</i>
<i>Rendimiento por Equipo [mb/año]</i>	<i>37,997</i>
<i>Rendimiento Equipo [mb/hr]</i>	<i>12</i>
<i>Rendimiento por Equipo [mb/mes]</i>	<i>3,166</i>
<i>N° Equipos</i>	<i>3.8</i>
<b><i>N° Equipos</i></b>	<b><i>4</i></b>

Como se mencionó anteriormente, el equipo a utilizar corresponde a la DTH Atlas Copco M4C ITH (Ilustración 10), ya que es un equipo similar al utilizado por Zublin en las operaciones de Candelaria Norte que tiene un excelente rendimiento y buen servicio de pos venta por parte de Atlas Copco.



Ilustración 10. DTH Atlas Copco M4C ITH.

En la Tabla 35 se presenta la inversión necesaria para la adquisición de la flota de DTH para realizar el banqueo de Caserones en la galería de producción, donde cada equipo tiene un costo de 930 KUSD\$, al requerir 4 equipos, la inversión total asciende a 3,720 KUSD\$.

Tabla 35. Inversión para adquirir flota de DTH para Banqueo.

	<i>Unidad [KUSD\$]</i>	<i>Inversión, Total [KUSD\$]</i>
<i>Simba DTH Atlas Copco M4C ITH</i>	<i>930</i>	<i>3,720</i>

Por otro lado, el equipo para realizar el realce es una Simba Atlas Copco M7C TH, este proceso consisten en perforaciones ascendentes radiales, con el objetivo de generar una especie de zanja en la parte inferior del caserón (embudo), donde el mineral cae hacia los cruzados de extracción.

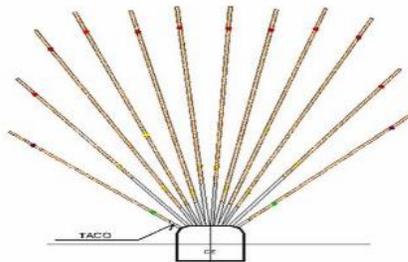


Ilustración 11. Perforación de Realce.

El diámetro de perforación para el realce es de 2 ½”, casi la mitad en relación al banqueo (4 ½”) por lo que el rendimiento de perforación del equipo es mucho mayor, además el requerimiento de realces es mucho menor que el de banqueo, comprobado ya que actualmente solo se requiera de un equipo para realizar el realce para ambas minas planteándose para la propuesta del proyecto de internalización adquisición de un solo equipo para realce el cual se debe compartir entre ambas minas solo turno día, requiriendo una inversión de 970 KUSD\$.



*Ilustración 12. Simba M7C TH para perforación radial.*

### 6.1.3. Equipos Auxiliares



#### 2 Cargador de Explosivos Charmec SF605 DA(V) Normet

- Equipo utilizado para cargar explosivo de forma mecanizada.
- Inversión Total de 608 KUSD\$.



#### 2 Acuñador 853-S8 Scaler Paus

- Equipo utilizado para acuñar la frente luego de la tronadura de avance.
- Inversión Total de 645 KUSD\$



#### 4 Manitou MT-X 1030 ST

- Equipo levanta hombre para carga explosivo y realizar servicios minas.
- Inversión Total de 600 KUSD\$



#### 2 Jumbo Autónomo 1 brazo Troidon 55DH Resemin

- Equipos que serán utilizados para realizar la perforación de bolones en tronadura secundaria.
- Inversión Total de 840 KUSD\$

*Esquema 4. Equipos Auxiliares para el desarrollo y producción.*

## 6.2. Dimensionamiento y Selección de equipos Carguío y Transporte

Esta sección presenta el análisis y desarrollo del dimensionamiento y selección de equipos de carguío y transporte para la propuesta del proyecto de internalización de minas Santos y Alcaparrosa, donde se detalla la información y cálculos para establecer las flotas necesaria para llevar a cabo las operaciones, específicamente esto consiste en establecer la cantidad de LHD para el movimiento de marina y producción, camiones para el transporte interior mina y superficie hacia el Punto B y equipos auxiliares para lograr el buen desempeño de ambas minas. Los cálculos están basados en las capacidades y parámetros de los equipos a evaluar, además se tiene la información de los equipos que están operando actualmente las minas pertenecientes a las empresas de Santa Elvira con el objetivo de comparar y obtener un valor coherente con la información del proceso actual.

El cálculo que se realizó en mayor detalle, fue el dimensionamiento de la flota del transporte de mineral(camiones), el cual involucra un cálculo basado en los tiempos de ciclos según las distancias y los tiempos de carga y descarga ya que, el transporte se considera una operación crítica para el cumplimiento de producción por las distancias y la limitación de que los camiones deban transitar por carreteras estatales y zonas urbanas.

Complementario al dimensionamiento, como se emplea en los alcances de este estudio, la selección de los proveedores de equipos está determinado y se realizó en base a criterios de operación y relaciones estratégicas que tiene el distrito Candelaria con los seleccionados, además gracias a esto se cuenta con la información del capital necesario para la incorporación de los equipos a evaluar.

### 6.2.1. Dimensionamiento y Selección Flota de Transporte

En la operación actual de mina Alcaparrosa, se utilizan camiones de 28 toneladas para extraer el mineral del interior mina. El transporte consiste en extraer el mineral de la mina hacia la cancha de superficie, donde luego es cargado por un cargador frontal a camiones de 60 toneladas para ser transportados al punto B, lugar donde el mineral es tomado por lo camiones que operan en el rajo para realizar la descarga en la planta Candelaria.

En el caso de Santos los camiones que se utilizan actualmente es una flota mixta de 28 y 37 toneladas, a diferencia de Alcaparrosa, el transporte es un poco más complicado debido a que se debe cruzar Tierra Amarilla, se está limitado por un permiso vial que permite el paso de los camiones desde “Cancha K” a “Cancha K2” solo durante el turno día. El 70% de la producción (3600 ton) es enviada a planta PAC para ser procesada, siendo el resto transportada hacia “Cancha K”, donde se debe esperar al turno B (día) para el re manejo, el cual consiste en cargar camiones de 37 toneladas para ser llevados al otro lado de Tierra Amarilla, específicamente a “Cancha K2” ubicada contiguamente a la cancha de superficie de Alcaparrosa. Este mineral al igual que el de cancha superficie, es transportado por camiones de 60 toneladas hacia el punto B, para terminar finalmente en la planta Candelaria para ser procesado.

En la Ilustración 13 se presenta el esquema del transporte de minerales de las minas, con sus respectivas distancias, diferenciando los puntos de carguío, descarga, traspaso y de referencia, con el objetivo de comprender de mejor forma el manejo de minerales, que se puede complementar con la Ilustración 6, que es un esquema más interactivo que el presentado a continuación.

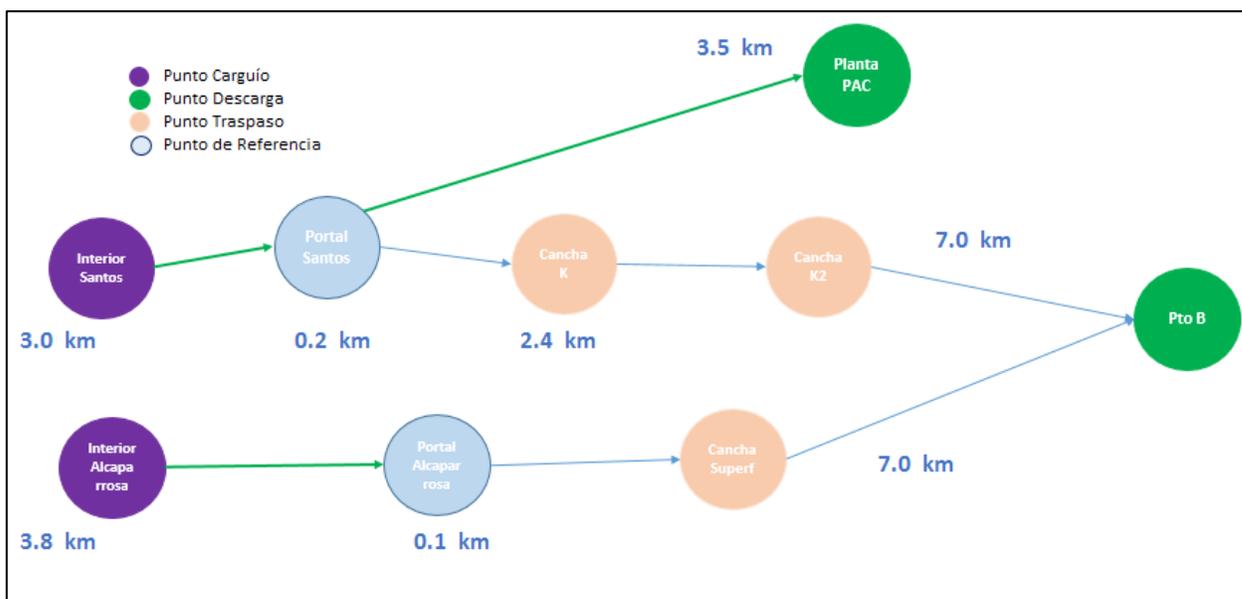


Ilustración 13. Esquema de transporte de minerales minas UG.

Por otro lado, en la Tabla 36 se muestran los índices Asarco de Disponibilidad Física, Utilización y Factor Operacional que son resultado de la operación de los camiones de Santa Elvira. Estos índices, serán utilizados para obtener las horas de operación efectiva de los camiones a evaluar, materializándose en 12.68 horas para los camiones que transportarán el mineral interior mina y de 13.25 horas para el movimiento de superficie hacia el Punto B.

Tabla 36. Índices Asarco para las horas de operación efectiva.

	Interior Mina	Superficie
Disponibilidad Física	83%	83%
Índice de Utilización	67%	70%
Factor Operacional	95%	95%

#### 6.2.1.1. Camiones Transporte Interior Mina

Los camiones a evaluar para el transporte del mineral desde el interior mina hacia superficie tanto en Alcaparrosa como en Santos que mueve el mineral a planta PAC o hacia las canchas de superficie, K y K2, serán camiones de 35 toneladas, modelo Mercedes Benz Actros 4144, debido a que en primer lugar son los camiones de mayor capacidad que son operativos interior mina y además el proveedor es utilizado por Zublin, empresa a cargo de las operaciones de Candelaria Norte, quienes indican que es un camión con alta vida útil y mejor servicio de post venta en comparación con el resto de los proveedores. Para el cálculo de flota de camiones, se consideran los trayectos de la Tabla 37 como independientes:

Tabla 37. Trayectos para el dimensionamiento de camiones.

Trayecto	Distancia
Santos - PAC [km]	6.5
Santos - K [km]	3.2
K - K2 [km]	2.4
Alcaparrosa - Cancha [km]	3.9

Dos parámetros importantes a considerar para el cálculo de ciclos es la velocidad y la distancia desde Santos a Planta PAC, información que se muestra en la Tabla 38. Los datos indican que se tiene una velocidad promedio de 18 km/h durante todo el viaje, valor que será utilizado para obtener el tiempo de ciclo de una manera más amigable.

Tabla 38. Parámetros Transporte Santos a Planta PAC.

	Velocidad Km/hr	Ida [m]	Vuelta [m]
<i>Interior en Pendiente (+)</i>	10	2.9	
<i>Interior en Pendiente (-)</i>	20		2.9
<i>Interior Horizontal</i>	22	0.1	0.1
<i>Superficie en Pendiente (+)</i>	15	2	0.2
<i>Superficie en Pendiente (-)</i>	25	0.2	2
<i>Superficie Horizontal</i>	25	1.3	1.3

Actualmente la operación de carguío y transporte se realiza bajo la condición de saturar los camiones con el objetivo de sacar el mayor provecho, esto debido a que las producciones de Santos y Alcaparrosa son relativamente pequeñas y dependen principalmente de la cantidad de camiones y su capacidad de transporte de mineral.

En base a la distancia y la velocidad promedio, calculada de la tabla anterior, se procede al dimensionamiento de la flota de camiones. El primer cálculo se realizó para el transporte desde interior mina Santos hacia planta PAC, donde se deben mover 3,700 toneladas, en la Tabla 39 se presenta el resultado del dimensionamiento, donde se observa que el tiempo de carga es elevado explicado porque el camión debe esperar tres paladas por parte del LHD en la estocada de carguío, sin embargo este tiempo de carga se ve disminuido en comparación con el actual ya que esta propuesta plantea LHD de 14 toneladas para realizar la carga de producción y no cargadores frontales de 5 toneladas que operan actualmente, considerando eso y que la descarga es mucho más expedita que la carga, el tiempo de ciclo da un total de 56 minutos. El tiempo diario efectivo de los camiones de Santa Elvira es de 12.67 horas, pero con la intención de asegurar la flota, el cálculo se considera con un tiempo de operación efectiva de 12.5 horas, lo que da un rendimiento de 469 toneladas por camión y por día, implicando un requerimiento de 8 camiones para obtener la producción deseada de Santos a PAC.

Tabla 39. Cálculo de Flota de camiones Santos a Planta PAC.

<b>Transporte Santos-PAC</b>	
<i>Capacidad Camión [ton]</i>	35
<i>Tiempo Carga Camión [min]</i>	8
<i>Tiempo Descarga Camión</i>	2
<i>Tiempo de Viaje [min]</i>	46
<i>Tiempo de Ciclo Santos PAC [min]</i>	56
<i>Tiempo operativo Efectivo por día [hr]</i>	12,5
<i>Ciclos por día</i>	13
<i>Rendimiento Camión [ton/día]</i>	469
<b>N° Camiones Santos-PAC</b>	<b>8</b>

Para el caso del cálculo de los camiones que transportarán el mineral desde Santos a “Cancha K” y luego a “Cancha K2”, anteriormente fue mencionada una limitación existente para este proceso, debido a que el tránsito desde “Cancha K” a “Cancha K2” debe pasar por Tierra Amarilla, donde existe un permiso legal que solo permite el transporte de mineral por este trayecto durante el turno día, produciendo que el mineral requiera re manejo y perdiéndose la opción de ser transportado directamente por camiones de 60 toneladas hacia el punto B. Mencionado lo anterior, se considerará el máximo de las flotas calculadas entre los tramos Santos-K y K-K2, ya que serán los mismo camiones los que realizarán ambas operaciones.

Explicado lo anterior, en la Tabla 40 se presentan los resultados del cálculo realizado, donde se aprecia una diferencia de tiempos de ciclo debido a las distancias involucradas. Se consideran 6.25 horas de operación efectivas por turno, lo cual da un rendimiento de 404 y 493 toneladas por día de Santos a K y K a K2 respectivamente. Se requieren 4 camiones para obtener la producción de 1,400 toneladas, esto condicionado por el primer trayecto que se realiza durante la noche, en cambio en el día solo se requieren 3 camiones, dejando un camión para apoyar la producción de Santos a Planta PAC, generando un margen de acción en caso de ocurrir algún desperfecto con algún camión de la flota encargado del transporte directo a PAC, específicamente un camión más por turno implica 235 toneladas más.

*Tabla 40. Cálculo de Flota de camiones Santos-Cancha K-Cancha K2.*

<b>Transporte Santos-K-K2</b>	
<i>Capacidad Camión [ton]</i>	35
<i>Tiempo Carga Camión [min]</i>	8
<i>Tiempo Descarga Camión</i>	2
<i>Tiempo de Viaje Santos-K [min]</i>	23
<i>Tiempo Ciclo Santos-K [min]</i>	33
<i>Rendimiento Camión Santos-PAC [ton/Turno]</i>	404
<i>Tiempo de Viaje K-K2 [min]</i>	17
<i>Tiempo Ciclo K-K2 [min]</i>	27
<i>Rendimiento Camión K-K2 [ton/Turno]</i>	493
<i>Nº Camiones Santos-K</i>	3.5
<i>Nº Camiones K-K2</i>	2.8
<b><i>Nº Camiones Total</i></b>	<b>4</b>

Con el dimensionamiento de camiones para cumplir la producción de Santos realizado, se procede con el cálculo de camiones interior mina para mina Alcaparrosa, que como fue explicado anteriormente, consiste en transportar el mineral por una distancia de 3.9 kilómetros desde el punto de extracción más lejano hacia la Cancha Superficie, donde es depositado para luego ser cargado por cargadores frontales en camiones de 60 toneladas con el objetivo de ser enviado hacia el punto B para finalmente ser procesado en la planta Candelaria.

El cálculo se realizó de manera similar a minas Santos, se consideró una velocidad promedio de 15 km/hr, de acuerdo a la distancia de 3.8 interior mina en pendiente y 0.1 horizontal en superficie utilizando las mismas velocidades de la Tabla 38. El tiempo de ciclo es de 31 minutos, generando un rendimiento por camión de 637 toneladas por día, requiriendo un total de 7 camiones de 35 toneladas para obtener la producción de Alcaparrosa a Cancha Superficie.

Tabla 41. Cálculo de Flota de Camiones Alcaparrosa a Cancha Superficie.

<b>Transporte Alcaparrosa-Superficie</b>	
Capacidad Camión [ton]	35
Tiempo Carga Camión [min]	8
Tiempo Descarga Camión	2
Tiempo de Viaje [min]	31
Tiempo de Ciclo [min]	41
Tiempo de operación efectiva [hr]	12.5
Rendimiento Efectivo [ton/día]	637
<b>N° Camiones Alcaparrosa</b>	<b>7</b>

Resumiendo, se requiere un total de 19 camiones de 35 toneladas para obtener la producción de 9,400 toneladas de las minas de Ojos del Salado, 12 para Santos y 7 para Alcaparrosa. El modelo a utilizar corresponde al Mercedes Benz Actros 4144 (Ilustración 14), de 35 toneladas, este modelo se escogió ya que de los disponibles en el mercado es uno de los utilizados por la empresa contratista Zublin en Candelaria Norte quienes recomiendan debido a su rendimiento, mayor vida útil, mejor ergonométrica y excelente servicio pos venta del proveedor.



Ilustración 14. Mercedes Benz Actross 4144 de 35 toneladas.

En base a la cotización realizada de este equipo, se detalla la inversión necesaria para la adquisición de los 19 camiones de 35 toneladas para transporte de mineral interior mina en Santos y Alcaparrosa.

Tabla 42. Inversión Total Flota de Transporte Minas UG

	Unidad [KUSD\$]	Total, Inversión [KUSD\$]
Mercedes Benz Actross 4144	173	3,119

Cabe mencionar que el total de inversión no incluye el IVA ya que, para efectos del flujo de caja de un proyecto minero, específicamente de la propuesta de internalización de las minas de Ojos del Salado, este no aplica, además se debe realizar esta inversión nuevamente en el año tres debido a que la vida útil de estos camiones no cumple con los años requerido para el proyecto.

### 6.2.1.2. Camiones Transporte a Punto B

Como fue explicado en la sección anterior, el mineral es transportado en camiones de 35 toneladas desde el interior mina hacia “Cancha K2” y Cancha superficie (mineral de Santos y Alcaparrosa respectivamente), zonas contiguas en los terrenos superficiales de Alcaparrosa. Luego cargadores frontales realizan el remanejo de este mineral y lo cargan en camiones que tienen una capacidad de 60 toneladas (máximo permitido en carretera pública hacia el Punto B). El trayecto hacia el Punto B, se detalla en la Ilustración 15, corresponde una distancia de 7 kilómetros donde 3.7 km son en pendiente y 3.3 km de forma horizontal. El proceso simplemente consiste en que el mineral de Alcaparrosa y Santos es transportado y descargado en el punto B, para ser tomado por camiones de gran tonelaje quienes lo llevan finalmente a la planta Candelaria.

Tabla 43. Distancia y Velocidad hacia punto B cargado.

Distancia Pendiente [km]	3.7
Distancia Horizontal [km]	3.3
Velocidad en Pendiente [km/hr]	15
Velocidad Horizontal [km/hr]	22



Ilustración 15. Trayecto desde cancha superficie y K a Punto B.

Utilizando los valores de la Tabla 43, más el supuesto de que cuando el camión regresa descargado hacia las canchas en Alcaparrosa, lo realiza a la velocidad máxima permitida 60 km/hr, se obtiene una velocidad promedio de 21.5 km/hr para los 14 kilómetros de recorrido del ciclo, generando un tiempo de viaje de 39 minutos.

Basado en la operación actual de Santa Elvira a diferencia del dimensionamiento del transporte interior mina, se consideran 13 horas de operación efectiva, esta diferencia se explica debido a que esta etapa se realiza en superficie permitiendo que el cargador frontal, cargue los camiones un mayor tiempo, lo que se traduce en un aumento de la utilización de estos camiones en comparación con los de interior mina.

Tabla 44. Cálculo Flota de camiones Transporte mineral hacia Punto B.

<b>Transporte a Punto B</b>	
Capacidad [ton]	60
Tiempo de Operación Efectiva [hr]	13
Velocidad Promedio [km/hr]	21.5
Distancia Total[km]	14
Tiempo de Viaje [min]	39
Tiempo de Ciclo [min]	49
Rendimiento [Ton/día]	954
N° de Camiones Santos	1.5
N° de Camiones Alcaparrosa	4.5
<b>N° Camiones Totales</b>	<b>6</b>

Como se puede observar en la Tabla 44, el rendimiento de cada camión resulta de 954 [Ton/hr], obteniendo 1.5 y 4.5 camiones para el mineral de Santos y Alcaparrosa respectivamente, donde se buscará la sinergia en ambas etapas, permitida debido a la cercanía de cancha superficie y K2 (contiguas), dando una flota total de 6 camiones para el transporte de mineral hacia Punto B para la propuesta del proyecto de Internalización.

El modelo a utilizar es el Mercedes Benz Actros 3351 que tiene una capacidad de tolva más tracto de 60 toneladas, debido a que es el de mayor capacidad permitido y el proveedor se considera como estratégico para LMC Services Chile SPA, tiene un excelente servicios pos venta y la vida útil del camión es de 4 años que duplica la vida útil de la competencia.

Tabla 45. Inversión Transporte a Punto B.

	Unidad [KUSD\$]	Total, Inversión [KUSD\$]
Mercedes Benz Actross 3351	148	887
Tracto Camión	120	722
<b>Total</b>	<b>268</b>	<b>1,609</b>

En la Tabla 45, se presenta la inversión para la adquisición de 6 camiones Mercedes Benz Actros 3351 con Tracto (Ilustración 16) con capacidad de 60 toneladas para realizar el transporte de mineral desde la Cancha superficie de Alcaparrosa y Cancha K2 hacia el punto B. El modelo del camión es parecido al que se utilizará para el transporte interior mina, la diferencia es que el de interior mina tiene mayor tracción, permitiéndole subir cargado por mayores pendiente, lo cual generan la diferencia en los precios.



Ilustración 16. Tracto Camión Mercedes Benz Actros 3351.

La flota total para el transporte de mineral de Santos y Alcaparrosa corresponden a 25 camiones, 19 para mover el mineral interior mina hacia PAC, Cancha K, Cancha K2 y Cancha Superficie DE 35 toneladas y 6 camiones para realizar la última etapa del proceso Hacia el punto B de 60 toneladas requiriendo una inversión total de 8,000 KUSD\$ considerando la segunda inversión de camiones.

### 6.2.2. Dimensionamiento y selección Flota de Carguío Load Haul Dump

El LHD de mayor capacidad que cae dentro de las minas UG es de 14 toneladas limitado al tamaño de los cruzados 4x4 metros, el modelo a dimensionar corresponde al **CAT R1700G**, debido a que con Finning CAT, se tiene una alianza estratégica que se materializa en las operaciones del rajo Candelaria donde toda flota en mayoría corresponde a Finning CAT, resaltando excelente servicio de pos venta y suministros de repuestos, condición que sumada a la calidad y características del equipo evaluado lo hacen ser la mejor opción para realizar el carguío interior mina. El tamaño de este equipo permitirá mejorar un problema constante que tienen ambas minas con la generación de bolones, en especial Santos que, al estar asentada en el radio urbano de Tierra Amarilla, las tronaduras deben ser de forma controlada o con menor factor de carga, generando una alta granulometría y sobrecavación, que se traduce en la frecuencia de bolones en los puntos de extracción que actualmente producen muchos problemas a los equipos de 5 toneladas que realizan el carguío.



Gráfico 16. Load Haul Dump Finning CAT R1700G de 14 toneladas.

En la Tabla 46, se presentan los índices operacionales, para obtener el tiempo de operación efectivo de la flota de LHD, estos índices están basados en los actuales rendimientos de los equipos de Santa Elvira para la producción y de Geovita para el caso del movimiento de marina, además esta información fue corroborada por la opinión de expertos en la actual operación de las minas. Para el caso de la flota de LHD, se tienen 3,654 horas de operación efectivas anuales de un total de 8,760 correspondiente a 10 horas diarias.

Tabla 46. Tiempos de Asarco para dimensionamiento de Flota LHD

#### **Tiempos De Asarco Flota LHD**

Tiempo Nominal [hr/año]	8,760
Disponibilidad Física [%]	83%
Índice de Utilización [%]	67%
Factor Operacional [%]	75%
Tiempo Disponible [hr/año]	7,271
Tiempo Operativo [hr/año]	4,871
Tiempo Operación Efectiva [hr/año]	3,654

Como se explicó anteriormente, existen dos funciones específicas para la operación de los LHD. La primera función es el movimiento de marina que consiste en la limpieza de una frente de avance luego de una tronadura, material que es parte de la producción y es cargado en camiones para ser transportado a superficie. Por contrato las estocadas de carguío deben encontrarse a una distancia máxima de 250 metros desde la frente de donde se realizará la limpieza de marina. Un metro de avance significan 70 toneladas aproximadamente porque se consideran las dimensiones de las galerías de transporte (5x4.5 m) y una densidad in-situ de 3.1 ton/m<sup>3</sup>, avanzando en promedio 3 metro diarios por frente y teniendo de 3 a 4 frentes activas por mina, significa que se realizan 1,900-2,500 toneladas diarias de marina.

En el caso de la producción directamente, la distancia máxima que recorrerá el LHD por contrato corresponde a 50 metros hacia la estocada de carguío. Es importante recalcar que la operación de carguío y transporte consiste en que el LHD o cargador frontal, se carga en los cruzados de extracción y se dirige hacia una estocada de carguío que se encuentra en el mismo nivel de operación de los camiones, esto difiera del modo más común para minas subterráneas de mayor tamaño donde se utiliza un pique de traspaso hacia un nivel inferior en el cual a través de buzones es cargado a camiones para ser llevado a superficie.

*Tabla 47. Características Generales para el dimensionamiento Flota LHD.*

	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>
<i>Distancia Cruzados Punto de Carguío [m]</i>	50	50
<i>Distancia Máximo desarrollos a punto de carguío [m]</i>	250	250
<i>Factor [ton/m avance]</i>	70	70
<i>Requerimiento Mineral [ton/año]</i>	1,861,500	1,569,500
<i>Requerimiento DELLOS [m/año]</i>	4,380	4,380
<i>Requerimiento DELLOS [ton/año]</i>	306,600	306,600

Complementada a la información anterior, en la Tabla 47 se presentan los requerimientos de toneladas para ambas minas, basados en las producciones y en los Forecast de los avances diarios de 12 metros por día. Para el dimensionamiento de la flota de LHD, se consideran independencia de los equipos dedicados a marina con los de producción. En la actual operación, un LHD de 10 toneladas métricas se demora aproximadamente 3 horas en realizar la limpieza de marina de una frente de desarrollo, teniendo un rendimiento de 75 toneladas por hora. Para realizar el cálculo de la nueva flota de LHD para la limpieza de marina, se consideró el proceso de cargar un camión de 35 toneladas recorriendo una distancia de 250 metros, determinando un tiempo de ciclo de 3.3 minutos por baldada, como el LHD es de 14 toneladas, se necesitan 3 baldas para llenar el camión, consiguiendo un tiempo de llenado de camión de 10 minutos, generando un rendimiento de 150 toneladas por hora. Al dividir el requerimiento anual por el rendimiento de los LHD, se determina un requerimiento de 2 LHD para el movimiento total de la marina de las minas UG, uno por mina. En la Tabla 48 se presentan los resultados del dimensionamiento, obteniendo un resultado coherente si se compara con el rendimiento actual de los LHD de 10 toneladas, el cual necesita de 4 baldadas para cargar el camión.

Tabla 48. Dimensionamiento de Flota de LHD.

<i>Capacidad [ton]</i>	14
<i>Distancia Cruzados Punto de Carguío [m]</i>	50
<i>Distancia Máximo desarrollos a punto de carguío [m]</i>	250
<i>Velocidad LHD Cargado [km/hr]</i>	8
<i>Velocidad LHD Descarga [km/hr]</i>	12
<i>Tiempo de Maniobras [min]</i>	2
<i>Tiempo Ciclo LHD DELLOS [min]</i>	5.1
<i>N° Baldadas DELLOS</i>	3
<i>Tiempo Carga camión DELLOS [min]</i>	15.4
<i>Rendimiento LHD DELLOS [ton/hr efectiva]</i>	149
<i>N° LHD DELLOS Santos</i>	1.00
<i>N° LHD DELLOS Alcaparrosa</i>	1.00
<i>Tiempo Ciclo LHD Producción [min]</i>	2.6
<i>N° Baldadas Producción</i>	3
<i>Tiempo Carga camión Producción [min]</i>	7.9
<i>Rendimiento LHD Producción [ton/hr efectiva]</i>	320
<i>N° LHD Producción Santos</i>	2.0
<i>N° LHD Producción Alcaparrosa</i>	2.0
<b>N° LHD Total</b>	<b>6.0</b>

El cálculo de flota de LHD para producción tiene una filosofía similar al realizado para marina, lo que varía es la distancia de tránsito del equipo disminuyendo al 20% (250 a 50 metros), esto debido a que por contrato la distancia máxima entre el cruzado de extracción más lejano y la estocada de carguío debe ser de 50 metros, esto hace aumentar el rendimiento del equipo a 320 toneladas por hora, obteniendo un total de 4 equipos LHD, 1.6~2 para Santos y 1.3~2 para Alcaparrosa. Actualmente la operación de carguío de mineral, se realiza con cargadores frontales de 5.4 toneladas que tienen un rendimiento de 200 toneladas por hora, por lo que el resultado obtenido es coherente con el rendimiento actual de los equipos de carguío si es que se realiza una regla de tres.

Las horas de operación efectiva de los LHD depende de la llegada de los camiones lo que implica, que este tiempo sea menor al considerado para el cálculo (10 horas), al ser de 14 toneladas aumentan su rendimiento y disminuyen el tiempo que se necesita para cumplir la producción, siendo realmente 8 horas efectivas diarias necesarias para la producción en el caso de Santos, 7 horas para la producción de Alcaparrosa y de 6 horas para los LHD que serán utilizados para la limpieza de marina de ambas minas. Lo anterior genera horas de holgura en caso de que surja alguna emergencia con algún equipo, que tenga problemas mecánicos o simplemente se necesite otra función como el carguío de bolones, el transporte de refugios, entre otras. Como se mencionó anteriormente, el modelo a utilizar es el CAT R1700G con capacidad de 14 toneladas, para los seis equipos se requiere una inversión total de 5,000 KUSD\$ (Tabla 49).

Tabla 49. Inversión Flota de Carguío.

	<i>Unidad [KUSD\$]</i>	<i>Total, Inversión [KUSD\$]</i>
LHD CAT R1700G	824	4,949

### 6.2.3. Dimensionamiento Equipos Auxiliares Carguío y Transporte



#### 2 Cargadores Frontales 980 H CAT

- Capacidad de 12 toneladas, su función será cargar los camiones en K1(Turno día), K2(Turno noche) y Cancha Superficie.
- Inversión Total de 969 KUSD\$.



#### 2 Camiones Regadores Actros 4144

- Un camión para el regado de rampas y caminos en cada mina
- Inversión Total de 426 KUSD\$ con el estanque incluido.



#### Bulldozer D 9T CAT

- Equipo utilizado para el stock en el punto B.
- Inversión de 870 KUSD\$



#### Motoniveladora 140 M CAT

- Equipo utilizado para el arreglo de caminos y rampas de ambas minas
- Inversión de 333 KUSD\$



#### Picarroca H120 E

- Equipo utilizado para la disminución de tamaño de bolones para ser procesado en planta PAC.
- Inversión de 256 KUSD\$

*Esquema 5. Equipos Auxiliares Minas UG.*

La dotación y selección de los equipos auxiliares para la operación de carguío y transporte, están basados en los que se tienen actualmente en la operación de Santa Elvira, por lo que no se realiza un cálculo específico como para los equipos principales. La decisión del proveedor se sigue manteniendo por lo que fue explicado en la sección del dimensionamiento de los camiones y palas.

### 6.3. Costos Materiales y Servicios

Aparte del costo de inversión en los equipos, que fueron presentando en las secciones anteriores, es necesario conocer el costo que significa tener operando día a día a los 57 equipos seleccionados y el costo asociado a los suministros necesarios para llevar a cabo las operaciones, para esto se han dividido las operaciones en grupos de acuerdo a su función, está el grupo de Desarrollo, que implica principalmente los equipos de jumbos de avance, cargador de explosivo, Manitou, acuñador y los Scoop para realizar marina que se distribuyen en los materiales y servicio de la Tabla 50 y se hace una diferenciación con la fortificación que considera principalmente los aceros utilizados (Tabla 51).

Tabla 50. Costos Materiales y Servicios Anual Desarrollo.

<b>Desarrollos</b>	<b>Santos [KUSD\$]</b>	<b>Alcaparrosa [KUSD\$]</b>	<b>Total [KUSD\$]</b>
<b>Materiales</b>			
Explosivos	442	589	1,031
Aceros de Perforación	435	580	1,015
Neumáticos	98	148	246
Petróleo	83	144	227
Punta o Broca Scaler	12	12	24
Mangas de Ventilación	18	34	52
Tacos de Arcilla	20	20	40
Manguera antiestática	20	20	40
Mangueras Agua-Aire y piping	40	40	80
Acuñadores Manuales	10	10	20
Otros Materiales Desarrollo	20	20	40
<b>Total, Materiales</b>	<b>1,198</b>	<b>1,617</b>	<b>2,815</b>
<b>Servicios</b>			
Reparación Ventiladores Secundarios	30	30	60
Reparación Bombas de Drenaje	30	30	60
Servicio Rectificado y Mantención Aceros	40	40	80
<b>Total, Servicios</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
<b>Total, Desarrollos</b>	<b>1,298</b>	<b>1,717</b>	<b>3,015</b>

Tabla 51. Costo Materiales y Servicios Anual Fortificación.

<b>Fortificación</b>	<b>Santos [KUSD\$]</b>	<b>Alcaparrosa [KUSD\$]</b>	<b>Tota [KUSD\$]</b>
<b>Materiales</b>			
Aceros de Perforación	20	27	47
Aceros de Fortificación	95	127	222
Otros Materiales Fortificación	20	20	40
<b>Total, Materiales</b>	<b>135</b>	<b>174</b>	<b>309</b>
<b>Servicios</b>			
Servicio de Control de Calidad de fortificación	20	20	40
<b>Total, Servicios</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Total, Fortificación</b>	<b>155</b>	<b>194</b>	<b>349</b>

Se observa que el total anual para el desarrollo y fortificación es de 3,000 KUSD\$ y 350 KUSD\$.

Por otro lado, el costo de materiales y Servicios de la perforación y tronadura de producción, considera los explosivos, los aceros de los equipos, gravilla para el taco, el cordel de polipropileno para realizar la carga de explosivo, proceso que es bastante artesanal y el petróleo para los equipos autónomos (Tabla 52).

Tabla 52. Costo Materiales y Servicios Anual Perforación y Tronadura.

<b>Perforación y Tronadura</b>	<i>Santos</i> [KUSD\$]	<i>Alcaparrosa</i> [KUSD\$]	<i>Total</i> [KUSD\$]
<b>Materiales</b>			
<i>Explosivos</i>	845	845	1,690
<i>Aceros de Perforación Realce</i>	33	33	66
<i>Aceros de Perforación LBH</i>	178	178	356
<i>Aceros de Perforación Cachorro</i>	23	23	46
<i>Gravilla 1/4 "</i>	20	20	40
<i>Cordel Polipropileno</i>	10	10	20
<i>Otros Materiales Perforación y Tronadura</i>	20	20	40
<i>Petróleo</i>	8	8	16
<b>Total, Materiales</b>	<b>1,137</b>	<b>1,137</b>	<b>2,274</b>
<b>Servicios</b>			
<i>Servicio Rectificado y Mantenimiento Aceros (50%)</i>	40	40	40
<b>Total, Servicios</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>Total, Perforación y Tronadura</b>	<b>1,177</b>	<b>1,177</b>	<b>2,354</b>

Además de los materiales, se tiene un costo por el servicio de rectificado y mantenimiento de los aceros que corresponde al 50% del total del servicio, ya que el resto se carga a los aceros utilizados para la operación de desarrollo, dando un total de 2,300 KUSD\$.

Tabla 53. Costo Materiales y Servicios Anual Carguío y Transporte.

<b>Carguío y Transporte</b>	<i>Santos</i> [KUSD\$]	<i>Alcaparrosa</i> [KUSD\$]	<i>Total</i> [KUSD\$]
<i>Neumáticos</i>	579	637	1,216
<i>Petróleo</i>	816	950	1,766
<i>Otros Insumos Carguío y Transporte</i>	20	20	40
<b>Total, Carguío y Transporte</b>	<b>1,415</b>	<b>1,607</b>	<b>3,022</b>

En la Tabla 53 se presentan el costo de materiales de carguío y transporte, donde se divide en tres ítems, el gasto en neumáticos, gasto en petróleo y gastos en otros insumos, donde el petróleo y los neumáticos significan casi la totalidad del costo de 3,022 KUSD\$, cifra que no considera el desgaste de los aceros de estos equipos asociado a las tolvas y palas. Si se suma el costo que se tiene por el desgaste (detalle en Tabla 57 y Tabla 58), el costo por materiales y servicios para carguío y transporte asciende a 4,000 KUSD\$.

En el Gráfico 17, se muestran las distribuciones por actividad del costo por materiales y servicios total de las minas Santos y Alcaparrosa para la propuesta de Internalización. El carguío y transporte significa el 42% del total, seguido por el desarrollo que, sumado con el resto de los costos, significa un costo por materiales y servicios total de 9,901 KUSD\$ al año sin considerar las mantenciones que se detallan en la siguiente sección.

Tabla 54. Resumen Costos materiales y servicios proyecto de Internalización.

Costos Materiales y Servicios Anuales Internalización	Costo [KUSD\$/año]
Desarrollos	3,015
Perforación y Tronadura de Producción	2,354
Fortificación	348
Carguío y Transporte	4,184
<b>Total</b>	<b>9,901</b>

Costos Materiales y Servicios Anuales Internalización

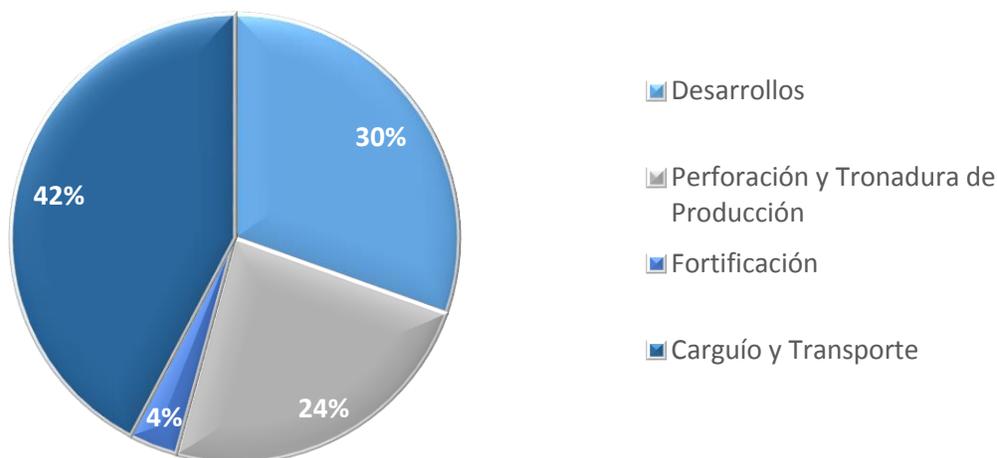


Gráfico 17. Costos Materiales y Servicios Anuales para el proyecto de Internalización.

#### 6.4. Costos de Mantenimiento de Equipos

Además del costo de inversión de los equipos y el costo operacional asociado a las tareas realizadas dentro de las minas Santos y Alcaparrosa, es necesario reconocer el costo de mantenimiento asociado a cada flota de equipos para determinar el OPEX total. Para esto se ha dividido la flota en desarrollo y fortificación, perforación y tronadura de producción y carguío y transporte de mineral. En la Tabla 55 se muestra el costo de mantenimiento de los equipos de desarrollo y fortificación que involucra al jumbo de avance, Manitou, Scaler, cargador de explosivo y Scoop para marina, dando un total de 1,700 KUSD\$ para la mantención de los equipos para desarrollo y fortificación.

Tabla 55. Costo de Mantención Equipos para el Desarrollo y Fortificación.

Costo Mantención Desarrollo y Fortificación	Santos	Alcaparrosa	Total
<b>Jumbo Atlas Copco 282</b>			
metros barrenado anual	282,664	376,885	659,549
Costo Mantención [USD\$/mb]	0.9	0.9	0.9
Costo Mantención [KUSD\$/año]	254	339	593
<b>Manitou MT-X 1030 ST</b>			
Horas de Uso Anual por Equipo	4,871	4,871	4,871
Flota	2	2	4
Horas de Uso Anual por Flota	9,742	9,742	19,484
Costo Mantención [USD\$/hr]	6.97	6.97	6.97
Costo Mantención [KUSD\$/año]	68	68	136

<b>Scaler PAUS 853-S8</b>			
Horas de Uso Anual por Equipo	4,871	4,871	4,871
Flota	1	1	2
Horas de Uso Anual por Flota	4,871	4,871	9,742
Costo Mantenición [USD\$/hr]	33.78	33.78	33.78
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	165	165	330
<b>Charmec SF605 DA(V) Normet</b>			
Horas de Uso Anual por Equipo	4,968	4,968	9,936
Flota	1	1	2
Horas de Uso Anual por Flota	4,968	4,968	9,936
Costo Mantenición [USD\$/hr]	15.61	15.61	15.61
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	78	78	156
<b>Scoop R1700G Marina</b>			
Horas de Uso Anual por Equipo	4,968	4,968	4,968
Horas de Uso Anual por Flota	1	1	2
Horas de Uso Anual por Flota	4,968	4,968	14,904
Costo Mantenición [USD\$/HR]	42.77	42.77	87
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	212	212	424
<b>Total, Mantenición Desarrollo y Fortificación [KUSD\$/año]</b>	<b>777</b>	<b>862</b>	<b>1,685</b>

Para la mantención de equipos de perforación y tronadura de producción (Tabla 56), se consideran los equipos DTH para el banqueo, la Simba para realizar el realce en los caserones y el jumbo para hacer el “cachorro”, tarea que consiste en perforar y tronar para disminuir el sobre tamaño. El costo total para la mantención de esta actividad es de 1,000 KUSD\$.

Tabla 56. Costo de Mantenición Equipos para Perforación y Tronadura.

<b>Costo Mantenición Perforación y Tronadura</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
<b>Simba Atlas Copco M7C TH</b>			
Metros barrenados diario	50	50	100
Metros barrenados anual	18,250	18,250	36,500
Costo Mantenición [USD\$/mb]	1.44	1.44	3
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	26	26	52
<b>DHT Atlas Copco M4C ITH</b>			
Metros barrenados diario	200	200	400
Metros barrenados anual	73,000	73,000	146,000
Costo Mantenición [USD\$/mb]	5.92	5.92	5.92
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	432	432	864
<b>Jumbo Troidon 55DH Resemin</b>			
Metros barrenados diario	100	101	202
Metros barrenados anual	36,500	36,865	73,365
Costo Mantenición [USD\$/mb]	0.90	0.9	0.9
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	33	33	66
<b>Total, Mantenición Perforación y Tronadura</b>	<b>491</b>	<b>491</b>	<b>982</b>

El costo de mantención para los equipos dedicados al carguío y transporte es el más significativo dentro del total, esto se explica debido a que son 35 equipos, considerando camiones, LHD y

equipos auxiliares, es la mayor flota que se incorporará dentro de la propuesta del proyecto de internalización de este estudio. En la Tabla 57, se presenta en detalle los costos de mantención por equipos, se diferencia de la Tabla 58, en que la primera corresponde a los equipos principales y la segunda a los auxiliares. El total del costo mantención asociado a esta operación unitaria asciende a 5,000 KUSD\$.

Tabla 57. Costo Mantención y desgaste de aceros Equipos Primarios Carguío y Transporte.

<b>Costo Mantención Equipos Carguío y Transporte</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
<b>Camión Mercedes Benz Actros 4144</b>			
Horas de uso anual por Equipo	4,871	4,871	4,871
Flota	12	7	19
Horas de uso anual por Flota	58,452	34,097	92,549
Costo Mantención [USD\$/hr]	10.78	10.78	10.78
Costo Mantención [KUSD\$/año]	630	368	998
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	5.00	5.00	5.00
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	292	170	463
<b>Camión Mercedes Benz Actros 3351</b>			
Horas de uso anual por Equipo	4,871	4,871	4,871
Flota	1	5	6
Horas de uso anual por Flota	4,871	24,355	29,226
Costo Mantención [USD\$/hr]	12.94	12.94	12.94
Costo Mantención [KUSD\$/año]	63	315	378
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	5.00	5.00	5.00
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	24	122	146
<b>LHD R1700G CAT</b>			
Horas de uso anual por Equipo	4,871	4,871	4,871
Flota	2	2	4
Horas de uso anual por Flota	9,742	9,742	19,484
Costo Mantención [USD\$/hr]	42.77	42.77	42.77
Costo Mantención [KUSD\$/año]	417	417	833
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	9.80	9.80	9.80
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	95	95	191
<b>Cargador Frontal 980 H CAT</b>			
Horas de uso anual por Equipo	4,871	4,871	4,871
Flota	1	1	2
Horas de uso anual por Flota	4,871	4,871	9,742
Costo Mantención [USD\$/hr]	6.12	6.12	6.12
Costo Mantención [KUSD\$/año]	30	30	60
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	6.60	6.60	6.60
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	32	32	64
<b>Total, Equipos Principales CYT [KUSD\$]</b>	<b>1,140</b>	<b>1,129</b>	<b>2,269</b>
<b>Total, Desgaste Aceros Eq Secundarios [KUSD\$]</b>	<b>444</b>	<b>420</b>	<b>864</b>

Tabla 58. Costo Mantenición y desgaste de aceros Equipos Secundarios Carguío y Transporte.

<b>Costo Mantenición Equipos Carguío y Transporte</b>	<b>Total</b>
<b>Camión Regador M. Benz Actros 4144</b>	
Horas de uso anual por Equipo	4,871
Flota	1
Horas de uso anual por Flota	4,871
Costo Mantenición [USD\$/hr]	7.54
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	37
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	3.5
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	17
<b>Bulldozer D 9T CAT</b>	
Horas de uso anual por Equipo	4,871
Flota	1
Horas de uso anual por Flota	4,871
Costo Mantenición [USD\$/hr]	15.84
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	77
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	37.3
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	181
<b>Motoniveladora 140 M CAT</b>	
Horas de uso anual por Equipo	4,871
Flota	1
Horas de uso anual por Flota	4,871
Costo Mantenición [USD\$/hr]	14.57
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	71
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	12.17
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	59
<b>Picarroca H120 E</b>	
Horas de uso anual por Equipo	4,871
Flota	1
Horas de uso anual por Flota	4,871
Costo Mantenición [USD\$/hr]	9.57
Costo Mantenición [KUSD\$/año]	47
Costo Acero Desgaste [USD\$/hr]	8.34
Costo Acero Desgaste [KUSD\$/año]	41
<b>Total, Mantenición Eq. Secundarios [KUSD\$]</b>	<b>231</b>
<b>Total, Desgaste Aceros Eq Secundarios [KUSD\$]</b>	<b>298</b>

Tabla 59. Resumen Costo Mantenición Anual Proyecto de Internalización.

<b>Costos Mantenición Anuales Internalización</b>	<b>Costo [KUSD\$/año]</b>
Desarrollo y Fortificación	1,686
Perforación y Tronadura de Producción	983
Carguío y Transporte	2,500
<b>Total</b>	<b>5,169</b>

La Tabla 59 muestra el resumen de los costos de mantención asociado a cada actividad operacional dentro de la propuesta de internalización, donde resalta el valor que tiene el carguío y transporte debido a su flota. Por otro lado, se infiere que el costo total por mantención corresponde al 50% del costo operacional analizado en la sección anterior. Con el objetivo de complementar el análisis se presenta el Gráfico 18, que muestra la distribución del costo de mantención total, reafirmando la significancia de la flota de carguío y transporte.

Costos Mantención Anuales Internalización

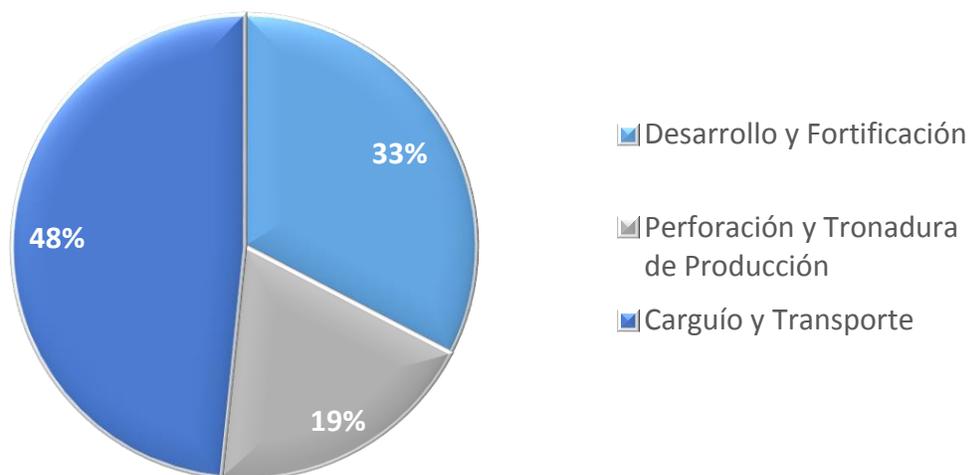


Gráfico 18. Costos Mantención Anuales para el proyecto de Internalización.

## 7. Contratación y Selección de Personal

Una vez planteado el total de equipos, falta la propuesta de personal que utilizará estos equipos, el equipo de mantenedores y quienes realizarán la supervisión de las operaciones. En este capítulo se plantean todos los aspectos y características relacionadas con la dotación de personal para la propuesta del proyecto de Internalización de las minas de Ojos del Salado, donde se inicia con una definición del empleador y jornada laboral, luego se aborda el perfil que debe tener el trabajador para obtener los objetivos planteados del proyecto, luego se afronta un aspecto fundamental, la fuente de donde se obtendrá la mano de obra, ya que es el recurso humano lo que le dará el valor a la empresa y en quienes estará a cargo la productividad de las minas, se debe realizar un reclutamiento muy detallado y selectivo para obtener a los mejores para el futuro de la compañía. Una vez planteado estos aspectos se procede a determinar la cantidad de trabajadores y cargos a contratar, para finalizar con el costo de mano de obra del proyecto basada en la escala de sueldos de LMC para obtener el OPEX total de la propuesta de Internalización.

### 7.1. Definición del Empleador y Jornada Laboral

Esta sección busca realizar un análisis para encontrar el óptimo empleador de la mano de obra requerida para llevar a cabo el proyecto de internalización para el futuro del proyecto y los intereses de la empresa. Para esto se compara las fortalezas y debilidades de realizar la contratación por la Compañía Contractual Minera Candelaria (CCMC) y la Compañía Contractual Minera Ojos del Salado (CCMO).

Complementario al empleador, se realiza un análisis de Fortalezas y Debilidades de la jornada laboral, para saber qué sistema de turnos se acomoda más a las operaciones futuras del proyecto de internalización.

#### 7.1.1. Análisis Empleador Óptimo

- a. Compañía Contractual Minera Candelaria
  - Fortalezas:
    - Atractivo para postulante.
    - Mantener alta la fuerza laboral de la empresa icono de la región.
  - Debilidades:
    - Favorece posibilidad de afiliación de nuevos trabajadores a sindicatos de CCMC
    - Ante conflictos sindicales, mayor probabilidad de afectar a la operación completa (Rajo y Subterránea)
    - Riesgo de asimilar la estructura de remuneraciones y beneficios de Candelaria.
    - Menor opción de introducir cambios a la estructura de remuneraciones.
    - Requiere Traspasar personal actualmente contratado por LMC a CCMC.
- b. Compañía Contractual Minera Ojos del Salado
  - Fortalezas:
    - Mantiene modelo separado entre rajo y subterránea.
    - Permite mantener separadas las fuerzas sindicales.
    - Permite definir un modelo de remuneraciones nuevo, distinto de CCMC.
  - Debilidades:
    - Aumenta probabilidad y evidencia de conflictos con Ley multirut.
    - Aumenta complejidad en manejo administrativo.

Si se analizan las opciones, se determina que el empleador óptimo para llevar cabo el proyecto de internalización es CCMO, debido al gran riesgo que significa aumentar el sindicato de Candelaria implicando la posible detención de todas las operaciones y la diferenciación en el modelo de remuneraciones, donde si se toma la escala de sueldo del rajo, lo más probable es que el proyecto no flote, por lo que se plantea una nueva escala de remuneraciones presentada en la sección de Costo por Mano de Obra Internalizada basada en benchmarking de las contratistas y mineras vecinas.

#### 7.1.2. Análisis Jornada Laboral

Esta sección busca realizar un análisis del tipo de jornada laboral para llevar a cabo el proyecto de internalización, donde en primer lugar, se recomienda una jornada excepcional descartando el uso de una jornada laboral ordinaria por los siguientes motivos.

- Una jornada ordinaria implica contratar personal Part Time (PT) para asegurar el descanso de dos domingos en el mes del personal Full Time (FT) y trabajar menos de 45 horas semanales.
- Una jornada ordinaria implica tener cuatro grupos de trabajo (PT) adicionales a la jornada completa significando una mayor dotación de trabajadores de un 19% aproximadamente
- Presenta una mayor dificultad contratar personal competente para PT.
- También, el cambio permanente en las condiciones dentro de la mina, genera una mayor exposición de riesgos de accidentes de los PT
- Con PT, se requiere una dotación de supervisión adicional para cubrir domingos y festivos.

- Las pérdidas de tiempo asociados a Colación son mayores respecto de una excepcional, debido a los tiempos de traslados durante los tres turnos ( $1,5 \times 3 = 4,5$  hr/día vs  $2 + 2 = 4$  hr/día).
- Los tiempos asociados a los tres cambios de turno dentro del día son mayores respecto a los dos cambios de turno en una Jornada Excepcional.

Ya que se recomienda una jornada excepcional, se procede a evaluar qué tipo de turno es el mejor para las operaciones internalizadas, para esto se compara el turno 4x4 versus el turno 7x7 donde se describen ventajas y desventajas bajo ciertos criterios (Tabla 60) y además es completado con las Tabla 61 y Tabla 62 que presentan las fortalezas y debilidades de ambas jornadas respectivamente.

Debido principalmente al compromiso con la RCA, las consistencias laborales, fomento a la residencia local y mejor calidad de vida de los trabajadores, aspectos más fundamentales para la productividad de los trabajadores y de las minas en cuestión, se decide implementar el proyecto de internalización con una jornada de 4x4, implicando la existencia de 4 equipos o turnos para las operaciones.

Tabla 60. Jornada Laboral 4x4 versus 7x7.

<b>Criterio</b>	<b>Jornada 4x4</b>	<b>Jornada 7x7</b>
<i>Dotación</i>	<i>Similar</i>	<i>Similar</i>
<i>Operacional</i>		<i>Facilita el cierre de ciclos operativos.</i> <i>Menor cantidad de interferencias por cambios de grupos.</i> <i>Se estima una mayor productividad que conlleva menor costo.</i> <i>Mayor Concentración en el trabajo por menor distracción familiar.</i>
<i>Sustentabilidad</i>	<i>Compromiso con RCA residencia local.</i> <i>Consistencia con 4x4 CCMC y LMC.</i> <i>Consistencia con 4x4 faenas locales.</i>	<i>Incentiva la emigración familiar.</i> <i>Promueve la doble residencia del trabajador</i> <i>Aumento de Gastos en pasajes, arriendo, etc.</i> <i>Incentivo Trabajo en paralelo</i> <i>Mayor Desgaste físico en viajes</i>
<i>Laboral</i>		<i>En caso de eventuales conflictos disminuye la participación activa.</i>
<i>Familiar</i>	<i>Mayor y dinámico contacto familiar</i>	<i>Distanciamiento familiar</i> <i>Dificultad actividades de integración familiar</i> <i>Debilitamiento del rol de padre y conyugue.</i>

Tabla 61. Fortalezas y Debilidades Jornada 4x4.

<b>Opción</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
4 x 4 (12 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandariza jornadas excepcionales existentes en la Compañía</li> <li>• Impone ciertas barreras a relocalizarse fuera de la región.</li> <li>• Ciclo de trabajo inferior al de otras jornadas 1 a 1, permite no tener jornadas extenuantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por ser jornada excepcional, nos obliga a otorgar 1 hora de colación interrumpiendo jornada.</li> <li>• Menor productividad.</li> <li>• Jornadas de 12 horas en ciudad dificulta el control sobre el buen descanso del trabajador.</li> <li>• Dificulta cerrar trabajos en un solo turno, teniendo que concluirlos el grupo siguiente.</li> </ul>

La mayor debilidad del sistema de turnos 4x4 es que generar dificultad de sinergia entre los turnos con la continuidad de las operaciones, generalmente para llevar a cabo una operación por ejemplo de tronadura, se requiere más de 4 días generando muchas veces vacío de información al cambiar las personas a cargo de la actividad. Pero se genera una oportunidad para mejorar estos vacíos, se debe realizar un cambio de turno más efectivo que el actual, se debe apoyar en nuevas tecnologías de información para mejorar el tiempo de climatización de los trabajadores con la operación.

Tabla 62. Fortalezas y Debilidades Jornada Laboral 7x7.

<b>Opción</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
7 x 7 (12 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficia la programación del trabajo, ya que casi todas las tareas tienen un horizonte de duración de 1 semana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por ser jornada excepcional, nos obliga a otorgar 1 hora de colación interrumpiendo jornada.</li> <li>• Jornadas de 12 horas en ciudad dificulta el control sobre el buen descanso del trabajador.</li> <li>• favorece la relocalización fuera de la región – propicia vivir en otras ciudades</li> <li>• Ciclo muy extenso que permite acumular cansancio.</li> <li>• Agrega otra jornada a las ya existentes.</li> </ul>

## 7.2. Definición Perfil Operador-Mantenedor y Fuentes de Reclutamiento

Principalmente para cumplir el objetivo de mejorar la productividad es importante establecer el perfil de reclutamiento para quienes tienen en sus manos la producción de ambas minas, los operadores de equipos. En este estudio se plantea una idea innovadora para el perfil del operador, el cual consiste en que también sea un mantenedor en un 20% y viceversa, esto consiste en que los mantenedores y operadores sean trabajadores con un perfil integrado y que puedan reaccionar a ciertas labores menores exclusivas de cada cargo, por ejemplo, la reparación de mangueras o cambios de repuestos menores, con este nuevo perfil se gana en lo siguiente:

- Evita la rutina laboral, generando dinamismo y motivación a los trabajadores.
- Genera mayor conciencia con el cuidado de los equipos, ya que quienes los operan serán muchas veces los mismos que los reparan.
- Mejorará la disponibilidad mecánica.
- Elimina puntos muertos por reparaciones menores, el operador al tener el conocimiento de mantenedor podrá realizar los arreglos menores, evitando pérdidas importantes de tiempo.
- El mantenedor podrá movilizar el equipo dentro de los talleres, acción que actualmente no se realiza ya que los mantenedores no están autorizados para hacerlos.

Con todo lo planteado anteriormente se espera un aumento de productividad, el desafío está en encontrar la fuente de los trabajadores adecuados, realizar un buen reclutamiento y llevar a cabo capacitaciones efectivas para obtener un operador-mantenedor íntegro.

Para obtener el nuevo perfil de trabajador y el resto de los puestos necesarios para la operación, las fuentes de reclutamiento serán:

- 50% de la dotación de las empresas contratistas actuales (Geovita, Santa Elvira y JMT).
- 30% corresponderá a gente que trabaja actualmente en compañías aledañas como Pucobre, Carola, Atacama Kozan, El Salvador, entre otras.
- 20% Personas de la comunidad local que se desempeñan en otras regiones.

### 7.3. Dotación laboral para el proyecto de Internalización

En esta sección se presenta la dotación de personal propuesto para llevar a cabo el proyecto de internalización de las operaciones desarrollo y producción, carguío y transporte y servicios minas de Santos y Alcaparrosa, para eso se ha tomado como base las operaciones y servicios de la mano de obra de las empresas contratistas y los equipos que se plantea incorporar para este proyecto. Con el objetivo de facilitar el análisis de la dotación de personal, se generó el personal necesario por turno por operación, el primer grupo corresponde a desarrollo y fortificación que incluye una cuadrilla para el adelantamiento de servicios, luego perforación y tronadura de producción, seguido por carguío y transporte y finalmente el personal para las mantenciones de equipos y servicios. Junto con el personal por turno, también se especifica los trabajadores con horario administrativo quienes supervisan y apoyan la labor del resto del personal.

En la Tabla 63 se detalla el personal por turno para las operaciones de desarrollo y fortificación, donde se requieren operadores para los equipos seleccionados en el capítulo anterior, maestros mineros, ayudantes, trabajadores para los servicios para los turnos completos y gariteros y operadores para el camión pluma y el Rigger que trabajan solamente de día. En total se requiere de 116 personas para realizar dichas operaciones quienes comparando con las operaciones del contratista actualmente sería una parte de la mano de obra de Geovita. Es importante notar que esta operación se consideran los operadores de LHD para realizar la marina separándolos del carguío de producción el cual se detalla en la operación de carguío y transporte.

Tabla 63. Dotación Personal Desarrollo y Fortificación.

<b>Operación Unitaria</b>	<b>Perforación Avance y Empernado</b>	<b>Marina</b>	<b>Disparo Avance, Acuñaadura y Enmallado</b>	<b>Servicios</b>	<b>Apoyo</b>
<b>Santos</b>	2 Op. Jumbo 2 Ayudante Jumbo	1 Op. Scoop	1 Op. Scaler 1 Op. Manitou 1 Op. Charmec 1 Maestro Minero 1 Ayudante Minero		1 Garitero
<b>Alcaparrosa</b>	2 Op. Jumbo 2 Ayudante Jumbo	1 Op. Scoop	1 Op. Scaler 1 Op. Manitou 1 Op. Charmec 1 Maestro Minero 1 Ayudante Minero		1 Garitero
<b>Santos y Alcaparrosa Compartidos</b>				1 Capataz Eléctrico 1 Op. Mecánico 2 Maestro Servicios 1 Mec. Servicios 1 Eléctrico	1 Op. Cam. Pluma 1 Rigger
<b>Total, por Turno</b>	8	2	10	6	4(día) y 2(noche)
<b>Total Dotación</b>	<b>32</b> <b>116</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>12</b>

Continuando con la dotación y selección de personal, en la Tabla 64, se detallan los trabajadores por turno para llevar a cabo la perforación y tronadura de producción asociada al banqueo y realce de los caserones, donde se requieren operadores para DTH, Simba y Jumbo cachorro, maestros minero y ayudante. Como se explicó anteriormente en la selección de equipos, el requerimiento de realce es poco comparándolo con el banqueo de caserones, por lo que actualmente con una Simba operando solamente de día, se alcanzan los KPI planteados, explicando solamente la contratación de 1 operador día por turno para la operación de la Simba M7C TH, la dotación completa para la operación de perforación y tronadura de producción es de 58, el 50% de la dotación para el desarrollo y fortificación.

Tabla 64. Dotación Personal de Perforación y Tronadura de Producción.

<b>Operación Unitaria</b>	<b>Perforación Caserón</b>	<b>Tronadura Principal y Secundaria</b>
<b>Santos</b>	2 Op. DTH 2 Ayudante DTH	1 Maestro Minero 1 Ayudante 1 Op. Jumbo Cachorrero.
<b>Alcaparrosa</b>	2 Op. DTH 2 Ayudante DTH	1 Maestro Minero 1 Ayudante 1 Op. Jumbo Cachorrero.
<b>Santos y Alcaparrosa Compartido</b>	1 Op. Simba(Día)	
<b>Total, por Turno</b>	9 Día y 8 Noche	6
<b>Total Dotación</b>	<b>34</b> <b>58</b>	<b>24</b>

Donde más personal se requiere, principalmente por la cantidad de equipos que considera el proyecto es en la operación de carguío y transporte, donde se necesitan operadores para los 26 camiones para el transporte interior mina y superficie (36 y 60 toneladas respectivamente), operadores para los LHD de producción, los cargadores frontales que realizan el remanejo en las canchas K, K2 y superficie, capataces, carpero para la protección del mineral durante el tránsito de los camiones por Tierra Amarilla y operadores de los equipos auxiliares, dando en total una dotación de 152 trabajadores que cubren los 4 turnos.

Tabla 65. Dotación de Personal Carguío y Transporte Proyecto de Internalización.

Operación Unitaria	Carguío y Transporte Interior Mina	Carguío y Transporte Superficie	Mantenimiento Stock y Rutas
Santos	1 Capataz 2 Op LHD 12 Choferes	1 Op. C. Frontal 1 Chofer 1 Carpero (Día)	
Alcaparrosa	1 Capataz 2 Op. LHD 7 Choferes	1 Op. C Frontal 5 Choferes	1 Op. Bulldozer
Santos y Alcaparrosa Compartidos			1 Op. Motoniv. (Día) 1 Op. Regador 1 Op. Picarroca
Total, por Turno	25	9 Día y 8 Noche	4 Día y 3 Noche
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>34</b>	<b>14</b>
<b>Dotación</b>	<b>148</b>		

Las operaciones no se pueden llevar a cabo sin la mantención de los equipos que pueden fallar en cualquier momento, para esto el proyecto de internalización plantea interiorizar esta actividad, lo que implica controlar los talleres actuales, realizar el suministro de repuesto y hacer las reparaciones con personal propio. En la Tabla 66 se presenta la dotación necesaria para llevar a cabo el mantenimiento, la cual se basa en los actuales cargos de las empresas contratistas para sus respectivas mantenciones de los equipos. Se puede observar que se requiere una dotación de 96 trabajadores para el área de mantenimiento, donde se requieren 20 mecánicos por turno de distintos niveles como se puede observar y el resto del personal corresponde a trabajadores de apoyo al área de mantenimiento que trabajan sólo de turno día o administrativo. Complementario al personal que se presenta en la Tabla 66 quienes trabajan directamente en el taller o interior mina haciendo las reparaciones, hay trabajadores que supervisan y complementan dicha actividad detallándose en la Tabla 67 junto con personal complementario a todas a las operaciones.

Tabla 66. Dotación de Personal Mantenimiento Proyecto de Internalización.

Operación Unitaria	Mantenimiento	Apoyo Mantenimiento
Santos	1 Mant. Especialistas (Día) 1 Mecánico Nv. III 5 Mecánicos Nv. II 4 Mecánicos Nv. I	2 Soldadores (Día) 1 Electromecánicos(Día)
Alcaparrosa	1 Mant. Especialistas (Día) 1 Mecánico Nv. III 5 Mecánicos Nv. II 4 Mecánicos Nv. I	1 Soldador (Día) 2 Electromecánicos(Día)
Total, por Turno	22 Día y 20 Noche	6
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>12</b>
<b>Dotación</b>	<b>96</b>	

Tabla 67. Personal con Horario Administrativo de Mantención y Complementarios

<i>Supervisión Mantención</i>	<i>n°</i>
<i>Jefe Mantenimiento Mina</i>	<i>1</i>
<i>Jefe Operaciones Mantenimiento</i>	<i>1</i>
<i>Jefe Turno Mantenimiento</i>	<i>4</i>
<i>Planificador Mantenimiento</i>	<i>1</i>
<i>Ingeniero Mantenimiento</i>	<i>1</i>
<i>Ingeniero Confiabilidad</i>	<i>1</i>
<i>Programador</i>	<i>1</i>
<i>Analista Reparables</i>	<i>1</i>
<i>Digitador</i>	<i>1</i>
<i>Supervisor Terreno Servicios</i>	<i>1</i>
<i>Topógrafo</i>	<i>1</i>
<i>Especialista Aire Acond.</i>	<i>2</i>
<i>Instructor DEO</i>	<i>1</i>
<i>Eléctrico Servicios</i>	<i>4</i>
<i>Soldador de Servicios</i>	<i>3</i>
<i>Bodegueros</i>	<i>3</i>
<i>Ayudante Topógrafo</i>	<i>1</i>
<i>Comprador</i>	<i>1</i>
<i>Analista de Inventarios</i>	<i>1</i>
<b>Total</b>	<b>30</b>

La dotación completa de la propuesta de este estudio para el proyecto de Internalización asciende a 448 trabajadores que deben ser contratados para realizar las operaciones de desarrollo, producción, carguío, transporte y servicios minas con personal propio el año 2018 que, si se compara con la dotación de contratistas, se presenta una disminución de 136 personas que son en su mayoría el denominado personal espejo asociado a administración, supervisión e ingeniería de cada empresa contratista.

#### 7.4. Costo por Mano de Obra Internalizada

Teniendo la cantidad de personal a contratar para la internalización de las minas Santos y Alcaparrosa, es necesario conocer el OPEX total anual por mano de obra, el cual depende de la cantidad de personas, el sueldo base por cargo, seguros y los distintos bonos aplicados que generan el total del sueldo bruto y costo empresa. En la Tabla 68 se muestran los porcentajes y valores asignados a los bonos y otros, necesario para realizar el cálculo del OPEX total por mano de obra.

*Tabla 68. Aumentos al sueldo Base y Renta total anual Mensualizada (RTAM).*

<i>ACO [CLP\$] (Mensual)</i>	35,520
<i>Vacaciones (Anual Mensualizado)</i>	60% del sueldo base
<i>Fiestas Patrias (Anual Mensualizado)</i>	20% del sueldo base
<i>Navidad (Anual Mensualizado)</i>	20% del sueldo base
<i>Indemnización (Anual Mensualizado)</i>	100% del sueldo base
<i>Gratificación (Anual Mensualizado)</i>	100% del sueldo base
<i>BEA (Mensual Variable)</i>	45% del sueldo base
<i>Bono Producción (Trimestral variable)</i>	15% del sueldo base

El objetivo de esta sección es presentar el costo que tiene la mano de obra de esta propuesta de internalización, donde se especifica el Sueldo Base y Sueldo Bruto (el sueldo base más todo lo presentado en la Tabla 68) que incluye bonos por producción, bono de vacaciones y feriados importantes, bono por casa, entre otros. En la Tabla 70 se presentan los sueldos por cargo, para tener el total de costo empresas de acuerdo a los 448 trabajadores que se deben incorporar, obteniéndose una suma de 647,550 KCLP\$, que sumado al costo por seguros aumenta a 718,747 KCLP\$, que significa 1,042 KUSD\$ mensual (Tabla 70).

*Tabla 69. Valor Seguros Mano de Obra Mensual.*

<b>Valor Seguros Mensual</b>	
<i>Accidentes Laborales [CLP\$]</i>	48,395
<i>Cesantía [CLP\$]</i>	41,561
<i>Invalidez [CLP\$]</i>	21,003
<i>Salud [CLP\$]</i>	35,376
<i>Catastrófico [CLP\$]</i>	6,840
<i>Vida Básico [CLP\$]</i>	5,747
<b>Total [CLP\$]</b>	<b>158,922</b>

Anualmente el Costo por Mano de obra para los 448 nuevos puestos de trabajo asociados a la propuesta para el proyecto de internalización de las minas de Ojos del Salado significan 12,580 KUSD\$ siendo el aspecto de mayor relevancia a la hora de analizar del costo operacional total del proyecto de Internalización, que como se verá en el siguiente capítulo, significa el 40% del OPEX de las minas Santos y Alcaparrosa.

Tabla 70. Costo Total Empresa Dotación Personal Proyecto de Internalización [CLP\$].

Área/Cargo	Cantidad	Sueldo Base	RTAM	Total
<b>Capataz</b>	8		2,053,032	16,424,256
Oper/Mant Nivel III	58	865,754	1,637,165	94,955,564.20
Oper/Mant Nivel II	158	735,891	1,396,918	220,713,099
Oper/Mant Nivel I (Ayudantes)	62	519,452	996,506	61,783,384.40
Maestro Minero	16	735,891	1,396,918	22,350,694
Topógrafo	1		2,053,032	2,053,032
Ayudante Topógrafo	1	519,452	996,506	996,506
<b>Especialista Aire Acond.</b>	2	519,452	996,506	1,993,012
Supervisor Terreno Servicios	1	1,605,581	3,005,845	3,005,845
Capataz Eléctrico	4		2,053,032	8,212,128
Operador Mecánico	4	735,891	1,396,918	5,587,673
Maestro Servicios	8	735,891	1,396,918	11,175,347
Soldador Servicios	3	735,891	1,396,918	4,190,755
Mecánico Servicios	4	735,891	1,396,918	5,587,673
Eléctrico Servicios	4	735,891	1,396,918	5,587,673
Bodegueros	3	735,891	1,396,918	4,190,755
Comprador	1	1,304,328	2,448,527	2,448,527
Analista Inventario	1	1,304,328	2,448,527	2,448,527
Instructor DEO	1	1,304,328	2,448,527	2,448,527
<b>Jefe Mantenimiento Mina</b>	1		5,800,000	5,800,000
Jefe Operaciones Mantenimiento	1		5,100,000	5,100,000
Jefe Turno Mantenimiento	4	2,170,718	4,051,348	16,205,393
Planificador Mantenimiento	1	2,170,718	4,051,348	4,051,348
Ingeniero Mantenimiento	1	2,170,718	4,051,348	4,051,348
Ingeniero Confiabilidad	1	1,605,581	3,005,845	3,005,845
Programador	1	1,304,328	2,448,527	2,448,527
Analista Reparables	1	1,304,328	2,448,527	2,448,527
Digitador	1	1,304,328	2,448,527	2,448,527
Soldadores	6	735,891	1,396,918	8,381,510
Electromecánicos	6	735,891	1,396,918	8,381,510
Mecánicos Nivel III	8	865,754	1,637,165	13,097,319
Mecánico Nivel II	40	735,891	1,396,918	55,876,734
Mecánico Nivel I	32	519,452	996,506	31,888,198
Mantenedor Especialista	4		2,053,032	8,212,128
<b>Total, Mano de Obra</b>	<b>448</b>			<b>647,549,893</b>
<b>Seguros</b>	<b>158,922</b>			<b>71,197,056</b>
<b>Costo Mensual Mano de Obra [CLP\$]</b>				<b>718,746,949</b>
<b>Costo Mensual Mano de Obra [KUSD\$]</b>				<b>1,042</b>

## 8. Evaluación Económica Proyecto de Internalización

Este Capítulo tiene como objetivo realizar el análisis mediante una evaluación económica de la propuesta de este estudio para el proyecto de internalización de las minas de Ojos del Salado, Santos y Alcaparrosa, para esto en una primera sección, se hará un análisis resumen de los costos presentados en los capítulos anteriores complementados con costos que se tienen actualmente y que seguirán existiendo luego del proyecto de internalización. Una vez reconocidos todos los costos, se realizará la evaluación económica mediante el análisis de la herramienta de flujo de caja, para compararlo con la situación económica del caso base, con empresas contratistas. Para hacer un análisis más exhaustivo del proyecto de internalización y ver su comportamiento económico bajo diferentes escenarios se aplicará un análisis de sensibilidad en base a las variables más críticas y para finalizar se plantearán variaciones a la propuesta inicial de este estudio.

### 8.1. Análisis Resumen de Costos

Como se mencionó en la introducción a este capítulo, esta sección, tiene el objetivo de realizar un análisis resumen de todos los costos que implica llevar a cabo el proyecto de internalización. Primero es necesario estipular el resto de los costos que implica llevar a cabo el proyecto, aparte de los ya presentados anteriormente, que son el costo por ingeniería asociados a los equipos topográficos, sus mantenciones y el arriendo de camioneta para el transporte interior mina de las nuevas contrataciones para el área de topografía. El otro costo es el asociado a administración que incorpora los costos de instrumentos como radios, autorrescatadores, chequeadores de gas, lámparas, gastos en petróleo de las camionetas, costo de transporte, alimentación, el transporte del personal, entre otro.

El total de los costos de ingeniería y administración del proyecto de internalización se presentan en la Tabla 71.

Tabla 71. Gastos complementarios Proyecto de Internalización.

<b>Otros Gastos Internalización</b>	
Administración [KUSD\$/año]	2,796
Ingeniería [KUSD\$/año]	83

El proyecto completo de internalización tiene un costo total por año de 30,448 KUSD\$, cifra que fue obtenida de información recaudada principalmente el año 2016, por lo que llevada al año 2018, con un reajuste anual de 3% (aplicada también para el costo de las empresas contratistas), asciende a 32,303 KUSD\$.

El Gráfico 19 muestra la distribución del OPEX total anual del proyecto de internalización, el cual tiene una arista operacional, de mano de obra o labor, mantención, administración e ingeniería. En el gráfico se puede observar que el costo por mano de obra, asociado a las remuneraciones más los seguros por trabajador, significan el 41% del total, por lo que se debe realizar una selección apropiada del personal, que sea eficiente en las labores y aumenten la productividad de la empresa para justificar el gasto por parte de la empresa. El otro gran gasto, es el costo asociado a la operación mina que significa un 31% del total, este costo está asociado a todos los insumos necesarios para llevar a cabo el correcto funcionamiento de las minas, el gráfico es complementado con los datos de la Tabla 72.

Tabla 72. OPEX Mina Proyecto Internalización base 2016.

	[KUSD\$/año]
Costo Materiales y Servicios	9,901
Costo Mano de Obra	12,500
Costo Mantención	5,168
Administración	2,796
Ingeniería	83
<b>Proyecto Internalización</b>	<b>30,448</b>

### OPEX de Internalización Minas UG

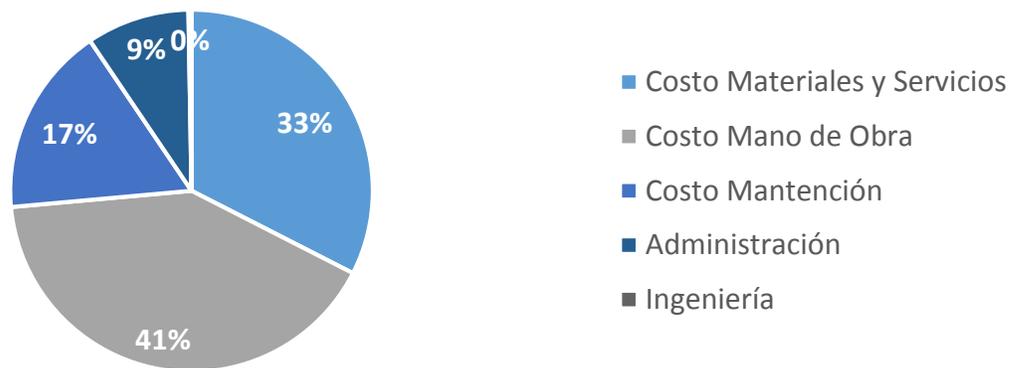


Gráfico 19. Resumen Costos Proyecto de Internalización, base 2016.

Aparte del costo que significa llevar a cabo el proyecto de internalización, se deben considerar los costos presentados en la Tabla 73 que ya son cubiertos por LMC Service Chile SPA en la actual operación y que no serán internalizados. Estos gastos se asocian a la mano de obra de supervisión, ingeniería y administración que se realizan en minas Santos y Alcaparrosa, gastos de otros insumos para desarrollo, el servicio con Orica de polvorines para desarrollo y producción, el Tolling, que es el precio que cobra Candelaria (rajo) por mover el mineral del Punto B, Mantenimiento de Servicios y otros, Gastos de Administración de insumos para oficina, camionetas, insumos para ingeniería como softwares y el costo por la energía utilizada en las minas Santos y Alcaparrosa, dando un total reajustados para el año 2018 a una tasa de 3% anual de 13,369 KUSD\$.

Tabla 73. Gastos No Internalizados reajustados al 2018.

Gastos No Internalizados	Valor [KUSD\$/año]
Mano de Obra	4,494
Dellos	1,469
Perforación y Tronadura	322
Tolling	2,097
Mantenimiento	939
Administración	667
Ingeniería	879
Infill	215
Energía Eléctrica	2,287
<b>Total</b>	<b>13,369</b>

Teniendo todos los costos asociados para obtener el costo total mina con el proyecto de internalización, falta incorporar los costos por tonelada tratada del mineral en planta Candelaria y en planta PAC (30,784 KUSD\$) y los gastos generales y administración asociados a abastecimiento, medio ambiente, prevención de riesgos, entre otros, con el objetivo de incorporarlos en la evaluación económica del proyecto.

Tabla 74. Costos Planta, Generales y Administración Ojos del Salado.

	Costos [USD/ton tratada]	Costo[KUSD\$/año]
Chancado Mineral Santos en Candelaria	0.08	40
Chancado Mineral Alcaparrosa en Candelaria	0.08	122
Molienda Mineral Santos en Candelaria	3.98	1,998
Molienda Mineral Alcaparrosa en Candelaria	3.98	6,137
Operación Planta PAC	3.29	17,050
G&A Ojos del Salado		5,437

Finalmente, en la Tabla 75 se muestra el resumen de la inversión total para el proyecto de internalización. Para los equipos mayores presentados en el capítulo 6, la inversión es de 20,548 KUSD\$. Para los equipos menores se realiza una estimación del 10% del total de la inversión de los equipos mayores y para el caso de la infraestructura, el plan indica utilizar lo utilizado actualmente por el contratista que es de propiedad LMC, pero se deben realizar mejoras y algunas obras menores. Considerando, además, la inversión para la renovación total de la flota de camiones interior mina al tercer año, se requiere una inversión total para la propuesta del proyecto de Internalización de 30,831 KUSD\$.

Tabla 75. Inversión Proyecto de Internalización.

<b>Inversión Proyecto Internalización</b>	<b>[KUSD\$]</b>
<i>Inversión Equipos Mayores</i>	20,548
<i>Inversión Equipos Menores</i>	2,054
<i>Infraestructura</i>	3,500
<i>Inversión Camiones 3er año</i>	4,728
<b>Total, Inversión</b>	<b>30,832</b>

## 8.2. Supuestos Económicos

En esta sección se presentan los supuestos que se utilizarán para la evaluación económica para la comparación del proyecto de internalización con capitalización directa y leasing con la situación del caso base en la que se plantea continuar las operaciones con las empresas contratistas.

Los supuestos a considerar son los siguientes:

1. Evaluación de Proyecto a 5 años (2018-2022), debido a que mina Santos tiene una vida útil probada hasta el 2023 y Alcaparrosa hasta el 2022.
2. Se considera un precio del Cobre de 2.5 USD%/lb, para el Oro 1,225 USD\$/oz y 17.25 USD\$/oz para la Plata.
3. El proyecto se evaluará a una tasa de interés de 10%.
4. Las Producción de Concentrado, Cobre, Oro y Plata pagable se obtuvieron del Life Of Mine Oficial del distrito Candelaria (Tabla 76).

Tabla 76. Producción Concentrado, Cobre, Oro y Plata Pagable Ojos del Salado.

	2018	2019	2020	2021	2022
Concentrado [ton]	89,532	94,541	100,592	94,101	97,000
Cobre Pagable (klbs)	61,377	62,887	64,519	60,441	59,273
Plata Pagable (onzas)	153,211	148,981	145,130	149,484	148,297
Oro Pagable (onzas)	15,411	15,389	15,788	15,928	15,644

5. Los equipos mineros, considerando los menores, se depreciarán aceleradamente en 3 años debido a que el SII permite depreciar a 1/3 del tiempo de depreciación normal (9 años).
6. La Inversión en la infraestructura se depreciará a 5 años como el Servicio de Impuestos Internos lo indica.
7. El impuesto de primera categoría es de un 27%, con base el SII.
8. El Royalty corresponde a un 2% sobre los ingresos por Cobre, debido a que su producción es mayor a 25,000 y menor a 30,000 toneladas anuales de Cobre fino.
9. Se aplica un Reajuste de un 3% anual para los costos asociados (el promedio actual de IPC es de un 2.7%).
10. El ingreso por magnetita que se vende a la planta de CAP solo lo tratado en planta Candelaria (PAC es enviado a relave) y calculándose con los datos de la Tabla 77.

Tabla 77. Ingresos por Magnetita Salado.

	2018	2019	2020	2021	2022
Tonelaje Movido [Kton]	2,081	2,081	2,086	2,081	2,081
% Fe Magnetita	5.5%	5.8%	8.7%	7.4%	11.3%
Tonelaje Magnetita [Kdlt]	113	120	182	154	235
Precio Magnetita [USD\$/Kdlt]	5.0	5.0	5.0	1.7	1.7
Ingreso Magnetita [KUSD\$]	567	599	910	261	399

11. Para el caso de cuota con Leasing financiero de los equipos, se consideró una tasa de interés de 13%.
12. El costo G&A corresponde a los gastos que no corresponde ni a costo mina ni planta, se asocia a abastecimiento, contraloría, prevención de riesgo, entre otros.
13. Los valores de TC para el concentrado de Cobre, RC para Cobre, Oro y Plata, costos de transporte y humedad se presentan en la Tabla 78.

Tabla 78. Factores para la evaluación de Proyecto.

**Factores**

TC [USD\$/ton]	97.3
RC Cobre [cUSD\$/lb]	9.7
RC Oro [cUSD\$/oz]	4.8
RC Plata [cUSD\$/oz]	364.0
Humedad [%]	10
Costo Transporte [USD\$/ton]	42.0

### 8.3. Evaluación Económica con VPN

#### 8.3.1. Flujo de Caja Caso Base, Continuidad Empresas Contratistas

Como se planteó al inicio de este capítulo que tiene como objetivo una comparación económica entre el proyecto de internalización y la continuidad de las operaciones con las empresas contratistas actuales mediante la herramienta de VPN (Valor Presente Neto), donde se consideran todos los supuestos y parámetros planteados en la sección anterior. En esta sección se presenta el flujo de caja de la continuidad de las operaciones actuales hasta el año 2022, donde se obtiene un VPN de 187,287 KUSD\$ (Tabla 79).

Tabla 79. Flujo de Caja Evaluación Económica con Empresas Contratistas.

<b>Continuidad Contratistas [KUSD\$]</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<i>Ingresos Cobre Pagable</i>	153,443	178,639	183,141	173,193	169,905
<i>Ingresos Oro Pagable</i>	18,878	18,852	19,340	19,512	19,164
<i>Ingresos Plata Pagable</i>	2,643	2,570	2,503	2,579	2,558
<i>Ingresos por Magnetita</i>	567	599	910	261	399
<b><i>Ingresos Ojos del Salado</i></b>	<b>175,531</b>	<b>200,060</b>	<b>204,985</b>	<b>195,283</b>	<b>191,627</b>
<i>OPEX Mina Contratistas</i>	(50,903)	(52,430)	(54,003)	(55,623)	(57,292)
<i>OPEX Mina No - Internalizado</i>	(13,369)	(13,770)	(14,183)	(14,609)	(15,047)
<i>OPEX Planta PAC</i>	(17,050)	(17,562)	(18,088)	(18,631)	(19,190)
<i>OPEX Planta Candelaria</i>	(8,297)	(8,546)	(8,802)	(9,066)	(9,338)
<i>G&amp;A</i>	(5,437)	(5,600)	(5,768)	(5,941)	(6,119)
<i>TC/RC</i>	(15,300)	(15,918)	(16,654)	(15,643)	(15,806)
<i>Costo Transporte Concentrado</i>	(4,087)	(4,316)	(4,592)	(4,296)	(4,428)
<b><i>Ingreso total Operación antes Impuestos</i></b>	<b>61,088</b>	<b>81,918</b>	<b>82,894</b>	<b>71,474</b>	<b>64,406</b>
<i>Impuesto Primera Categoría [27%]</i>	(16,494)	(22,118)	(22,381)	(19,298)	(17,390)
<i>Royalty Cobre [2%]</i>	(3,069)	(3,573)	(3,663)	(3,464)	(3,398)
<b><i>Flujo de Caja</i></b>	<b>41,525</b>	<b>56,228</b>	<b>56,850</b>	<b>48,713</b>	<b>43,618</b>
<b><i>VPN [KUSD\$]</i></b>	<b>187,287</b>				

### 8.3.2. Flujo de Caja Proyecto de Internalización con Inversión Año Cero.

El VPN del Proyecto de Internalización de las minas de Ojos del Salado, se presenta en la Tabla 80, donde a diferencia del presentado en la sección anterior, este presenta la inversión en el año 0, que se deprecia diferenciando los equipos de la infraestructura, los equipos se deprecian aceleradamente a 3 años y la infraestructura a 5, como fue mencionada en la sección de supuestos económicos.

El Valor Presente Neto del proyecto de internalización con la inversión realizada en el año cero o 2017, es de 217,750 KUSD\$, generando un superávit de 29,291 KUSD\$, un 15% más, con respecto a la continuidad de las operaciones con las empresas contratistas actuales. La diferencia se genera en el OPEX de las minas, con la internalización se produce un ahorro de 18,000 KUSD\$ promedio anual que debido a la inversión en el año cero, no se ve totalmente reflejada en el valor del Delta de NPV.

Se infiera que la ganancia económica del proyecto duplica lo invertido, ya que se está cubriendo dicho capital de inversión y además se está generando un excedente por casi la misma cantidad. Causa interés realizar el mismo análisis, pero con Leasing financiero para la inversión, lo que será presentado en la siguiente sección.

Tabla 80. Flujo de Caja Proyecto Internalización opción inversión en el año cero

<b>Proyecto Internalización [KUSD\$]</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<i>Ingresos Cobre Pagable</i>	153,443	178,639	183,141	173,193	169,905
<i>Ingresos Oro Pagable</i>	18,878	18,852	19,340	19,512	19,164
<i>Ingresos Plata Pagable</i>	2,643	2,570	2,503	2,579	2,558
<i>Ingresos por Magnetita</i>	567	599	910	261	399
<b><i>Ingresos Ojos del Salado</i></b>	<b>175,531</b>	<b>200,660</b>	<b>205,895</b>	<b>195,545</b>	<b>192,026</b>
<i>OPEX Mina Internalizado</i>	(32,303)	(33,272)	(34,270)	(35,298)	(36,357)
<i>OPEX Mina No - Internalizado</i>	(13,369)	(13,770)	(14,183)	(14,609)	(15,047)
<i>OPEX Planta PAC</i>	(17,050)	(17,562)	(18,088)	(18,631)	(19,190)
<i>OPEX Planta Candelaria</i>	(8,297)	(8,546)	(8,802)	(9,066)	(9,338)
<i>G&amp;A</i>	(5,437)	(5,600)	(5,768)	(5,941)	(6,119)
<i>TC/RC</i>	(15,300)	(15,918)	(16,654)	(15,643)	(15,806)
<i>Costo Transporte</i>	(4,087)	(4,316)	(4,592)	(4,296)	(4,428)
<i>Depreciación Infraestructura</i>	(700)	(700)	(700)	(700)	(700)
<i>Depreciación Acelerada Equipos</i>	(7,534)	(7,534)	(7,534)	-	-
<b><i>Ingreso total Operación antes Impuestos</i></b>	<b>71,454</b>	<b>93,441</b>	<b>95,303</b>	<b>91,361</b>	<b>85,040</b>
<i>Impuesto Primera Categoría [27%]</i>	(19,292)	(25,229)	(25,732)	(24,667)	(22,961)
<i>Royalty Cobre [2%]</i>	(3,069)	(3,573)	(3,663)	(3,464)	(3,398)
<i>Ingresos Después Impuesto</i>	49,092	64,639	65,908	63,229	58,681
<i>Depreciación</i>	8,234	8,234	8,234	700	700
<b><i>Flujo de Caja</i></b>	<b>57,327</b>	<b>72,874</b>	<b>74,143</b>	<b>63,929</b>	<b>59,381</b>
<b><i>NPV [KUSD\$]</i></b>	<b>217,750</b>				
<b><i>Delta NPV [KUSD\$]</i></b>	<b>29,291</b>				

### 8.3.3. Flujo de Caja Proyecto de Internalización con Leasing Financiero

Como se indicó en la sección anterior, resulta interesante evaluar el proyecto de internalización con la opción de Leasing financiero, el cual consiste en realizar el pago de la inversión en 5 cuotas con una tasa de interés de un 13% anual lo que se carga al flujo de caja como un costo más. En la Tabla 81 se presenta el flujo de caja de esta opción, que da un NPV de 218.377 KUSD\$, generando un superávit de 29,919 KUSD\$, 15% más con respecto a la continuidad sin el proyecto de internalización y de 627 KUSD\$ con respecto a la opción sin Leasing, esto último explicado debido a que la cuota de leasing financiero permite legalmente disminuir impuestos y además con la tasa de interés de 13% anual por la compra de los equipos en cuota, genera solamente un 3% de aumento en la inversión final por los equipos, debido a que su efecto se ve amortiguado con la tasa de interés del proyecto (10%).

Del punto de vista económico y de magnitud del proyecto, es indiferente realizar la propuesta de internalización con o sin leasing financiero ya que lo que se ahorra no es significativo, además existe una especie de imprecisión al determinar la tasa de interés que impondrán a los equipos las empresas proveedoras, siendo no un valor muy confiable el NPV calculado, por lo que los análisis posteriores se harán con el supuesto de la inversión en el año 0.

Tabla 81. Flujo de caja Proyecto Internalización con opción Leasing Financiero.

<b>Proyecto Internalización Leasing [KUSD\$]</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<i>Ingresos Cobre Pagable</i>	153,443	178,639	183,141	173,193	169,905
<i>Ingresos Oro Pagable</i>	18,878	18,852	19,340	19,512	19,164
<i>Ingresos Plata Pagable</i>	2,643	2,570	2,503	2,579	2,558
<i>Ingresos por Magnetita</i>	567	599	910	261	399
<b><i>Ingresos Ojos del Salado</i></b>	<b>175,531</b>	<b>200,660</b>	<b>205,895</b>	<b>195,545</b>	<b>192,026</b>
<i>OPEX Mina Internalizado</i>	(32,303)	(33,272)	(34,270)	(35,298)	(36,357)
<i>OPEX Mina No - Internalizado</i>	(13,369)	(13,770)	(14,183)	(14,609)	(15,047)
<i>OPEX Planta PAC</i>	(17,050)	(17,562)	(18,088)	(18,631)	(19,190)
<i>OPEX Planta Candelaria</i>	(8,297)	(8,546)	(8,802)	(9,066)	(9,338)
<i>G&amp;A</i>	(5,437)	(5,600)	(5,768)	(5,941)	(6,119)
<i>TC/RC</i>	(15,300)	(15,918)	(16,654)	(15,643)	(15,806)
<i>Costo Transporte</i>	(4,087)	(4,316)	(4,592)	(4,296)	(4,428)
<i>Depreciación Infraestructura</i>	(700)	(700)	(700)	(700)	(700)
<i>Leasing Inversión Equipos</i>	(6,177)	(6,980)	(7,887)	(8,913)	(10,071)
<b><i>Ingreso total Operación antes Impuestos</i></b>	<b>72,811</b>	<b>93,996</b>	<b>94,950</b>	<b>82,448</b>	<b>74,968</b>
<i>Impuesto [27%]</i>	(19,659)	(25,379)	(25,637)	(22,261)	(20,241)
<i>Royalty Cobre [2%]</i>	(3,069)	(3,573)	(3,663)	(3,464)	(3,398)
<i>Ingresos Después Impuesto</i>	50,083	65,044	65,651	56,723	51,329
<i>Depreciación</i>	700	700	700	700	700
<b><i>Flujo de Caja</i></b>	<b>50,783</b>	<b>65,744</b>	<b>66,351</b>	<b>57,423</b>	<b>52,029</b>
<b><i>NPV [KUSD\$]</i></b>	<b>218,377</b>				
<b><i>Delta NPV [KUSD\$] Sin Internalización</i></b>	<b>29,919</b>				
<b><i>Delta NPV [KUSD\$] Sin Leasing</i></b>	<b>627</b>				

#### 8.4. Cuantificación de Riesgos, efectos y Sensibilidad Económica

Como se tiene el VPN del proyecto de internalización que tiene un superávit de 30,000 KUSD\$ aproximado, con respecto a continuar las operaciones con las actuales empresas contratistas, lo que significa aumentar en 15% el VPN de las minas de Ojos del Salado, resulta interesante realizar una cuantificación de los riesgos analizados y presentados en la matriz de riesgo de la sección uno del capítulo cinco de este documento y ver sus efectos en la evaluación económica de la propuesta para internalizar las minas de Ojos del Salado. Con el objetivo de recordar y evitar volver al capítulo 5, se nombran los riesgos con sus respectivas probabilidades de ocurrir y las consecuencias cuantificadas.

**Riesgo 1** → Contratación de personal no competente (bajo 60% eficiencia).

- Probabilidad de Ocurrir: 80%
- Consecuencia Cuantificada: aumento en 5% de los costos de materiales, servicios y de mantención, significando 800 KUSD\$ más al OPEX anual.

**Riesgo 2** → Aumento del costo Operacional debido al reajuste del mercado, lo que implique un aumento de los costos considerados.

- Probabilidad de Ocurrir: 50%
- Consecuencia Cuantificada: aumento del 10% de los costos de materiales, servicios y mantención, significando 1,810 KUSD\$ más al OPEX anual.

**Riesgo 3** → Huelga de 2 Semanas en el tercer año, asociada a un bono de 4,000 KCLP\$ por trabajador (se considera una dotación de 600 personas para LMC).

- Probabilidad de Ocurrir: 10%
- Consecuencia Cuantificada: Se considera el doble del cálculo realizado en el capítulo 5, siendo 6,526 KUSD\$, en el año de la huelga (Supuesto que sea el tercer año).

**Riesgo 4** → Realizar una mala implementación que afecte la producción al realizar el traspaso de contratista a personal propio.

- Probabilidad de Ocurrir: 50%
- Consecuencia Cuantificada: Baja de producción), disminuyendo los ingresos en 15% por 3 meses en el primer año (tiempo estimado para la climatización), 7,000 KUSD app por el periodo.

**Riesgo 5** → Aumento de la Inversión para los equipos e infraestructura debido a reajuste del mercado.

- Probabilidad de Ocurrir: 70%
- Consecuencia Cuantificada: Aumento en un 8% del costo total de Inversión.

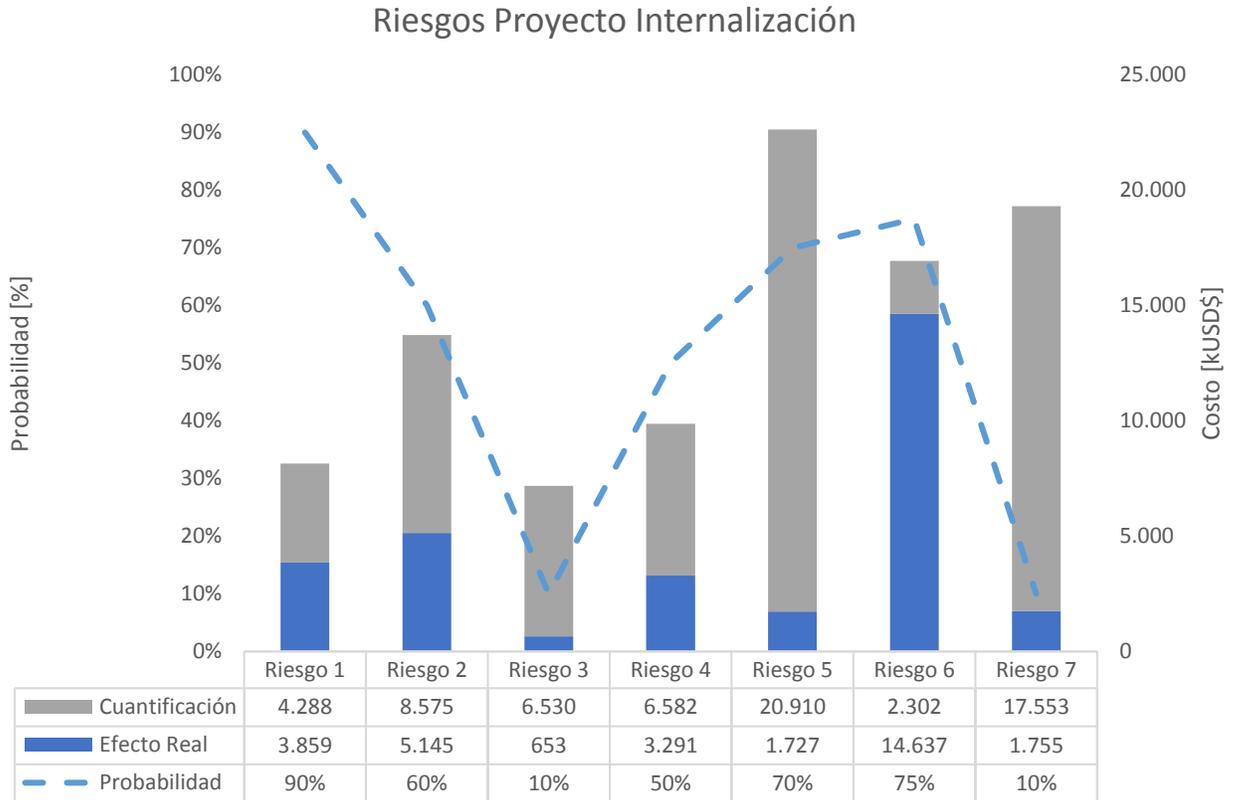
**Riesgo 6** → Aumento del sueldo debido a que se deba igualar la escala con el rajo Candelaria.

- Probabilidad de Ocurrir: 75%
- Consecuencia Cuantificada: Aumento en un 35% el costo por mano de obra, 3,500 KUSD.

**Riesgo 7** → Incumplimiento de KPI debido a un mal dimensionamiento de los equipos.

- Probabilidad de Ocurrir: 10%
- Consecuencia Cuantificada: Disminución de los ingresos en 10% por un año, 9,000 KUSD app.

Ya cuantificados los siete principales riesgos planteados, notando que es el número seis el más probable de ocurrir y el que tiene una de las mayores consecuencias, se prosigue con la consideración de estos riesgos en el flujo de caja del proyecto de Internalización, donde se ingresa en el periodo considerado, el monto estimado por la probabilidad de ocurrir, restando los ingresos netos de las minas.



*Gráfico 20. Probabilidad y cuantificación de Riesgos asociados a la Internalización.*

En el Gráfico 20 se muestra la probabilidad, cuantificación y el efecto económico real de los riesgos asociados al proyecto de la internalización, donde la probabilidad y la cuantificación son factores cualitativos ya que se plantea en base a los criterios del autor y opiniones rescatadas de expertos en el área dentro de la empresa. Se puede observar que el riesgo con mayor efecto es el seis, seguido del dos y el uno ya que repercuten a través de todo el periodo al que se evalúa la opción de internalizar.

Como se tiene el efecto económico real sobre la propuesta de internalización, es necesario incorporarlo al flujo de caja de la propuesta de Internalización, presentado en la sección 8.3, para tener en conocimiento el VPN que resulta al considerar los riesgos presentados anteriormente.

En la Tabla 82 se muestra el flujo de caja antes mencionado donde se puede observar los riesgos, generando un VPN de 199,305 KUSD\$, lo que tiene una diferencia de 10,847 KUSD\$ con el caso base de continuar con las empresas contratistas y una diferencia de 20 KUSD\$ con respecto a la propuesta de Internalizar sin los riesgos. Se recomienda considerar este VPN al momento de tomar la decisión de llevar a cabo el proyecto debido a que asume los riesgos y se cree que el VPN real será cercano a este.

Tabla 82. Flujo de Caja Proyecto de Internalización incorporando los Riesgos.

<b>Proyecto Internalización con Riesgos [KUSD\$]</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<i>Ingresos Cobre Pagable</i>	153,443	178,639	183,141	173,193	169,905
<i>Ingresos Oro Pagable</i>	18,878	18,852	19,340	19,512	19,164
<i>Ingresos Plata Pagable</i>	2,643	2,570	2,503	2,579	2,558
<i>Ingresos por Magnetita</i>	567	599	910	261	399
<b><i>Ingresos Ojos del Salado</i></b>	<b>175,531</b>	<b>200,660</b>	<b>205,895</b>	<b>195,545</b>	<b>192,026</b>
<i>OPEX Mina Internalizado</i>	(32,303)	(33,272)	(34,270)	(35,298)	(36,357)
<b><i>Riesgo 1 (Trabajadores no Competentes)</i></b>	<b>(727)</b>	<b>(749)</b>	<b>(771)</b>	<b>(794)</b>	<b>(818)</b>
<b><i>Riesgo 2 (Aumento OPEX por mercado)</i></b>	<b>(969)</b>	<b>(998)</b>	<b>(1,028)</b>	<b>(1,059)</b>	<b>(1,091)</b>
<b><i>Riesgo 3 (Huelga)</i></b>			(653)		
<b><i>Riesgo 4 (mala implementación)</i></b>	<b>(3,291)</b>				
<b><i>Riesgo 6 (Sueldo Candelaria)</i></b>	<b>(2,757)</b>	<b>(2,840)</b>	<b>(2,925)</b>	<b>(3,013)</b>	<b>(3,103)</b>
<b><i>Riesgo 7 (Mal Dimensionamiento Equipos)</i></b>	<b>(1,755)</b>				
<i>OPEX Mina No - Internalizado</i>	(13,369)	(13,770)	(14,183)	(14,609)	(15,047)
<i>OPEX Planta PAC</i>	(17,050)	(17,562)	(18,088)	(18,631)	(19,190)
<i>OPEX Planta Candelaria</i>	(8,297)	(8,546)	(8,802)	(9,066)	(9,338)
<i>G&amp;A</i>	(5,437)	(5,600)	(5,768)	(5,941)	(6,119)
<i>TC/RC</i>	(15,300)	(15,918)	(16,654)	(15,643)	(15,806)
<i>Costo Transporte</i>	(4,087)	(4,316)	(4,592)	(4,296)	(4,428)
<i>Depreciación Infraestructura</i>	(700)	(700)	(700)	(700)	(700)
<i>Depreciación Acelerada Equipos</i>	(7,534)	(7,534)	(7,534)	-	-
<b><i>Ingreso total Operación antes Impuestos</i></b>	<b>61,954</b>	<b>88,855</b>	<b>89,926</b>	<b>86,495</b>	<b>80,028</b>
<i>Impuesto Primera Categoría [27%]</i>	(16,728)	(23,991)	(24,280)	(23,354)	(21,608)
<i>Royalty Cobre [2%]</i>	(3,069)	(3,573)	(3,663)	(3,464)	(3,398)
<i>Ingresos Después Impuesto</i>	42,158	61,291	61,983	59,677	55,022
<i>Depreciación</i>	8,234	8,234	8,234	700	700
<b><i>Flujo de Caja</i></b>	<b>50,392</b>	<b>69,525</b>	<b>70,217</b>	<b>60,377</b>	<b>55,722</b>
<b><i>Inversión</i></b>	<b>30,831</b>				
<b><i>Riesgo 5 (Aumento Inversión año 0)</i></b>	<b>1,727</b>				
<b><i>NPV [KUSD\$]</i></b>	<b>199,305</b>				
<b><i>Delta NPV [KUSD\$]</i></b>	<b>10,847</b>				

Con el objetivo de complementar el análisis de escenarios planteados anteriormente, es necesario saber en detalle el comportamiento económico del proyecto en función de ciertos parámetros, para esto se realiza un análisis de sensibilidad a:

- Escala de Sueldo Bruto
- Inversión Total
- Baja de Producción

El Gráfico 21 representa la diferencia de VPN entre la propuesta de internalización con el caso base de continuar las operaciones con las empresas contratistas en función de la variación del sueldo bruto promedio y de la inversión total del proyecto de Internalización, donde se observa una tendencia lineal elástica a la baja, explicada por la naturaleza del flujo de caja. Por un lado, la inversión si llegase a aumentar más del 90% haría que el proyecto no fuese conveniente, se estima

que esta pueda aumentar en un 5-10% de la planteada en este estudio debido a que las cotizaciones de los equipos fueron presentadas el año 2016, implicando que pueda generarse una variación al solicitar otra cotización por los equipos. La variación del Sueldo Base afecta aún más la diferencia de VPN que la inversión, si este aumenta en un 80%, la diferencia del VPN es negativa, por lo que convendría continuar con las empresas actuales, esta situación puede ocurrir si es que se iguala la escala de sueldo bruto a la del rajo Candelaria que se estima que es un 70-80% más alta que la planteada en la sección de Análisis de Costo por Mano de Obra.

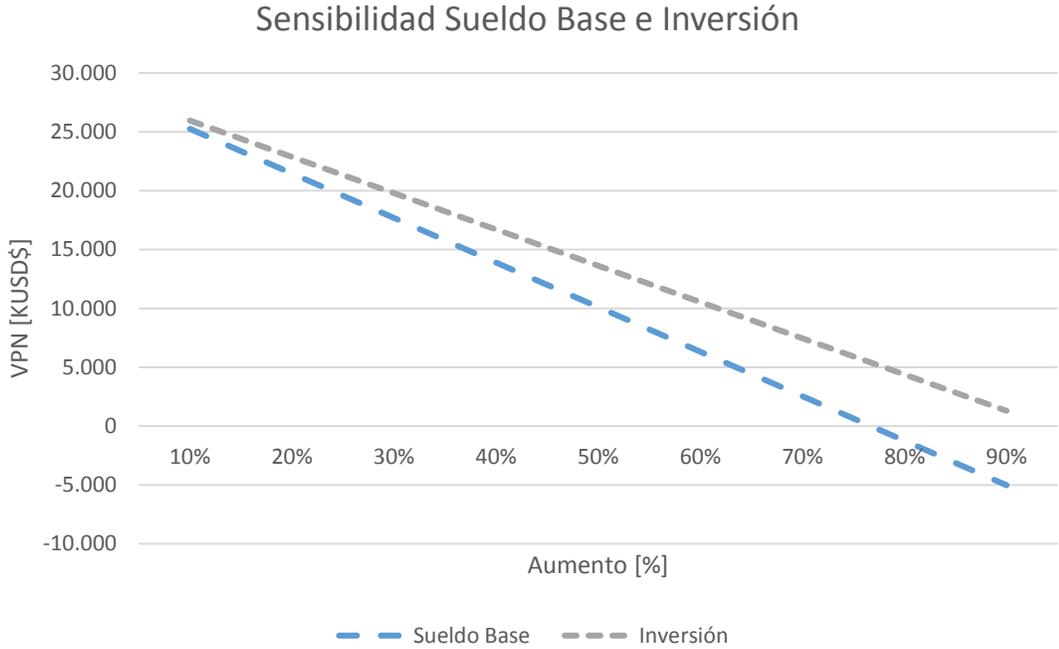


Gráfico 21. Sensibilidad al Sueldo Base e Inversión del proyecto de Internalización.

Otro riesgo que se corre si se lleva a cabo la Internalización es que no se logre un aumento de productividad en las minas debido a que la mano de obra contratada no es eficiente en sus labores o que no exista el perfil de operador-mantenedor que se está planteando, que existan zonas no operativas para los equipos por sus tamaños, etc. Pudiendo generar una baja de producción considerable con respecto al Forecast de las minas.

El Gráfico 22 muestra el comportamiento de la diferencia de VPN de la Internalización con el caso base de continuar con las empresas contratistas a la disminución de la producción de un solo período donde se observa que, si la producción llega a ser un 74% de lo planteado en el Forecast, el proyecto de Internalización deja de ser conveniente, pero esta situación es bastante difícil ya que si llegase a disminuir la producción de las minas lo haría en un 5%, exageradamente lo haría máximo en un 10% durante un periodo limitado por la reacción de los supervisores y la compañía al observar bajas de producción, si disminuyera ese 10%, aún el proyecto sería conveniente en comparación con el caso base.

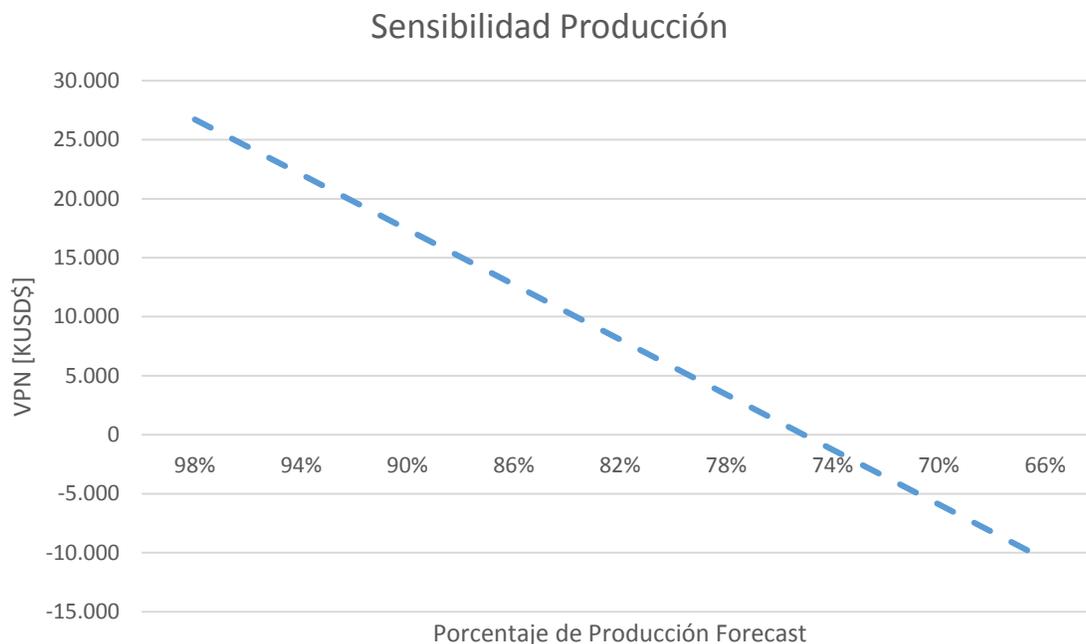


Gráfico 22. Sensibilidad a la disminución de la producción debido a Equipos y Mano de obra deficientes.

A través de este capítulo se realizó el análisis económico con la herramienta económica de VPN del proyecto de Internalización de las Minas de Ojos del Salado, Santos y Alcaparrosa, resultando en una primera etapa conveniente en comparación con el caso base de continuar las operaciones de ambas minas con las empresas contratistas Geovita, Santa Elvira y JMT, ya que se observa un aumento de VPN de un 15% y si se compara con la inversión requerida para llevar a cabo el proyecto, esta se duplica, cubriendo dicho gasto y además generando el excedente mencionado anteriormente. Reconocido lo anterior, resultó interesante realizar un análisis de escenarios negativos del proyecto que se puedan dar en un futuro, donde todos tienen una diferencia positiva en comparación con el caso base, pero los escenarios tres y cuatro tienen mayor valor que la utilidad asociada al costo de las empresas contratistas, significando que la operación para estos escenarios siga resultando más productiva. Estos riesgos son poco probables que ocurran de la forma en que se presentan, pero sin duda alguna lo más probable que ocurra un aumento de la inversión, disminuya la producción debido a una mala implementación, se aumente la escala de sueldo, pero estas variaciones no serán significativas o no llegarán a las planteadas en el análisis de sensibilidad para que el proyecto no convenga económicamente.

Demostrado que el proyecto de internalización es beneficioso para el futuro de la empresa porque además de generar significantes ahorros que se traducen en una ganancia económica, permite el control total de la cadena principal del negocio minero, dándole a LMC la facultad total para reaccionar a las condiciones del mercado, innovar en los distintos procesos involucrados e incorporar nuevas tecnologías, pudiendo mejorar el negocio de manera significativa aún más en el futuro.

Complementario a la evaluación económica de la propuesta presentada a través de este estudio, en la siguiente sección se presenta modificaciones a la propuesta inicial de Internalización en equipos y dotación de personal y su efecto económico.

## 8.5. Variaciones a la propuesta de Internalización

En esta sección se abordan las variaciones a la propuesta de Internalización planteada y evaluada anteriormente. Donde se plantea una propuesta más conservadora y no tan agresiva como la planteada en el sentido de considerar más equipos y personal, ya que, para el caso de las DTH, Simba y LHD, se está al filo de la producción, lo que genera un mínimo de margen de error. Como se indica se evaluará una propuesta más holgada respecto a la planteada considerando más equipos y el personal respectivo, como también se hará una evaluación de considerar camiones mineros subterráneos de mayor tonelaje que los de carretera considerados anteriormente.

### 8.5.1. Propuesta de Internalización Holgada

Como se mencionó anteriormente, resulta interesante plantear una propuesta más holgada con respecto a equipo y personal y ver su efecto económico en comparación con la propuesta inicial al proyecto de internalización. Con respecto a los equipos, se considera uno más para los siguientes equipos críticos:

- Un Jumbo Atlas Copco 282 para el avance de ambas minas.
- Dos DTH M4C ITH para el banqueo de caserones, una para cada mina.
- Un LHD R17000G para la marina y producción, compartido entre ambas minas.

La idea es no tener estos equipos en stand by, si no que estén operando para asegurar y aumentar la producción de las minas, que quizás deba ser acompañado con un cambio en la planificación, asunto que no está dentro de los alcances de este estudio. Para que estén operando se consideraran un trabajador por turno y además se contratarán dos personas para tener a la Simba operando día y noche. En la Tabla 83 se muestran la cantidad de equipos y personal a considerar con sus costos respectivos para que la propuesta de Internalización antes presentada, tenga una holgura con respecto a la producción. En esta tabla se puede observar que la inversión inicial para la adquisición de equipos debe ascender en 3,448 KUSD\$ y el costo por mano de obra aumenta en 554 KUSD\$.

Tabla 83. Variaciones de equipos y dotación para la propuesta de Internalización.

<i>Equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Inversión [KUSD\$]</i>	<i>Personal</i>	<i>Costo Mano Obra [KUSD\$/año]</i>
<i>Jumbo Atlas Copco 282</i>	1	763	4 Nv. III	125
<i>DTH Atlas Copco M4C ITH</i>	2	1,860	8 Nv. III	245
<i>LHD Finning CAT R1700G</i>	1	825	4 Nv. III	125
<i>Simba Atlas Copco M7C TH</i>	0	-	2 Nv. II	54
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>3,448</b>	<b>18</b>	<b>549</b>

El resto de los costos considerados son el de insumos, materiales y servicios para el correcto funcionamiento de los equipos y la mantención de estos (Tabla 84) que fueron calculados de manera proporcional a los presentados en la sección 6.3 y 6.4, que más el costo por mano de obra, resulta en un aumento del OPEX internalizado de 2,486 KUSD\$ por año.

Tabla 84. Costos de Insumos, materiales, servicios y mantención.

	<i>Insumos, Materiales y Servicios [KUSD/año]</i>	<i>Mantención [KUSD/año]</i>
<i>Jumbo Atlas Copco 282</i>	669	64
<i>DTH Atlas Copco M4C ITH</i>	228	432
<i>LHD Finning CAT R1700G</i>	244	208
<i>Simba Atlas Copco M7C TH</i>	66	26
<b>Total</b>	<b>1,207</b>	<b>730</b>

Teniendo la variación del OPEX y de la inversión de esta variación de la propuesta de Internalización antes presentada, se calcula el VPN de la misma forma que en la sección 8.3.1, donde se suman las variaciones respectivas, resultando un VPN de 207,022 KUSD\$, lo cual implica que el VPN del proyecto disminuye en 10,728 KUSD\$ y se tiene un superávit de 18,563 KUSD\$ con respecto al caso base.

Tabla 85. Variaciones económicas de la propuesta de Internalización Holgada.

<i>Análisis Económico Internalización Holgada</i>	
<i>OPEX [KUSD\$/año]</i>	2,492
<i>Inversión [KUSD\$]</i>	3,448
<i>NPV [KUSD\$]</i>	207,022
<b>Delta NPV</b>	<b>- 10,728</b>

### 8.5.2. Evaluación de Camiones Mineros Subterráneos

Existe una interrogante que surge al observar la propuesta de Internalización planteada en este estudio, basada en el modelo y tamaño de los camiones a utilizar interior mina, que corresponde a un modelo de carretera de 35-37 toneladas Actros Mercedes Benz y no a un modelo convencional para minería subterránea, la pregunta es ¿Por qué? La respuesta a esta es la que se busca en esta sección donde se realizará una comparación económica entre el modelo planteado y dos alternativas de camiones subterráneos CAT, de 45 y 60 toneladas respectivamente.

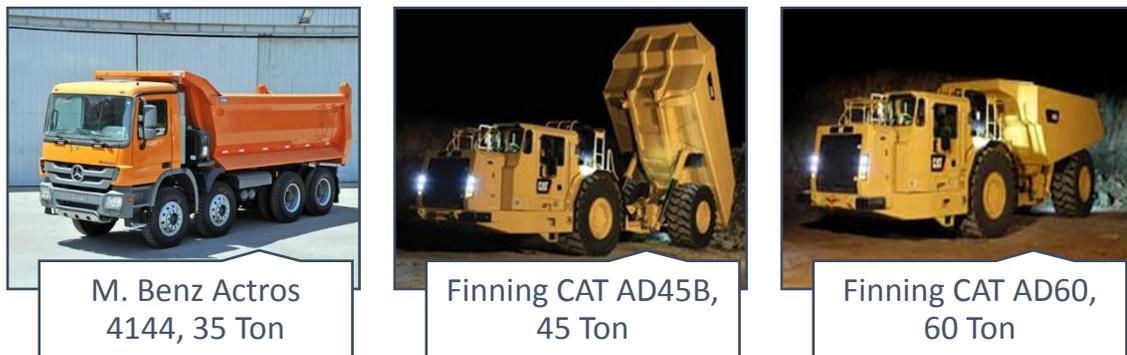


Ilustración 17. Alternativas Camiones Interior Mina.

La comparación a realizar consiste en calcular el número de camiones para las nuevas alternativas, comparar el costo de inversión y operacional, considerando los materiales, insumos, servicios, mantenciones y mano de obra y sacar las respectivas conclusiones de los resultados obtenidos. Antes de presentar los resultados, se debe dejar claro bajo que supuestos y parámetros se está realizando esta comparación, presentados a continuación:

- El costo de Inversiones está basado en cotizaciones realizadas el año 2016.
- El OPEX de la alternativa a los camiones planteados se basa en los datos Cost Mine 2007 y benchmarking.
- El costo de mano de obra se basa en lo presentado a través de este estudio.
- Solo se compara la flota de los camiones interior mina.
- Específicamente para la mina Santos, solo se compara la flota de camiones que realiza el ciclo hacia planta PAC, debido a que la flota que cruza Tierra Amarilla, llevando el mineral de “cancha K” a “cancha K2” debe ser de superficie debido a lo que indica el permiso legal de transporte por la ciudad.

- No se evalúa económicamente el desquinche de las minas en caso de ser necesario por el tamaño del camión.
- Para la flota de camiones se considera invertir nuevamente en el año tres debido a la vida útil de dichos camiones, el resto de las alternativas se consideran con una vida útil de 5 años.

Planteados los supuestos y parámetros considerados para la comparación económica, se presentan en la Tabla 86 los resultados del análisis planteado, donde se obtiene una disminución de tres camiones con la opción de 45 toneladas y seis camiones con la de 60 toneladas. Aunque se presenta una disminución de los camiones requeridos, existe una gran diferencia con respecto al costo de Inversión, donde uno subterráneo puede valer 7 veces el costo de los de superficies. Por otro lado, en el OPEX sin mano de obra, se observa una diferencia importante, debido principalmente a que realizar mantenimiento, el gasto de combustibles y el valor de los neumáticos es mucho más alto para los camiones mineros y mucho mayor para el camión CAT AD60.

Tabla 86. Comparación de Inversión y OPEX Sin Mano de Obra camiones

	<b>M. Benz Actros 4144</b>	<b>CAT AD45B</b>	<b>CAT AD60</b>
Número de Camiones	30 (2x15)	12	9
Costo Unitario Camiones	173,000	928,258	1,162,228
<b>Inversión Camiones [KUSD\$]</b>	<b>5,190</b>	<b>11,139</b>	<b>10,460</b>
Operación Efectiva [horas/año]	4,563	4,563	4,563
Costo Mantención [USD/hr]	10.78	23.87	46.1
Costo Mantención [KUSD/año]	738	1,307	1,893
Costo Combustible [USD/hr]	10.35	23.95	32.8
Costo Combustible [KUSD/año]	708	1,311	1,347
Costo Neumáticos [USD/hr]	7.61	11.2	14.5
Costo Neumáticos [KUSD/año]	521	613	595
<b>OPEX Sin Mano de Obra [USD/año]</b>	<b>1,967</b>	<b>3,231</b>	<b>3,835</b>

Con respecto al costo por mano de Obra (Tabla 87), claramente al necesitar menos equipos, se requiere menor mano de obra, por lo que este costo hace equiparar el OPEX total, teniendo una diferencia de 1,200 KUSD\$ app con respecto a la opción de 45 Toneladas y 300 KUSD\$ con la opción de 60 toneladas, generando una diferencia total de 6,889 y 6,489 KUSD\$ (Tabla 88) respectivamente, por lo que se descartan económicamente las opciones de camiones mineros, si la decisión resulta ser estratégica, se recomienda considerar camiones mineros de 45 toneladas ya que no requieren desquinche de las minas a diferencia del de 60 toneladas, que harán disminuir el tráfico de ambas minas. Si se quiere disminuir el tráfico aún más se recomienda considerar la opción de 60 toneladas y realizar el análisis económico del desquinche ya que requiere secciones de 5x5.

Tabla 87. Comparación Costo de Mano de Obra Camiones.

	<b>M. Benz Actros 4144</b>	<b>CAT AD45B</b>	<b>CAT AD60</b>
Choferes Turno	15	12	9
N° Choferes	60	48	36
Costo Empresa Chofer [CLP\$/mes]	1,555,840	1,555,840	1,555,840
Costo Mano de Obra [CLP\$/mes]	93,350,400	74,680,320	56,010,240
<b>Costo Mano de Obra [KUSD/año]</b>	<b>1,623</b>	<b>1,298</b>	<b>974</b>
<b>OPEX [KUSD/año]</b>	<b>3,590</b>	<b>4,530</b>	<b>4,809</b>

Tabla 88. Diferencias Económicas Alternativas de Camiones.

	CAT AD45B	CAT AD60
<i>Diferencia Inversión [KUSD]</i>	5,949	5,270
<i>Diferencia OPEX [KUSD/año]</i>	940	1,219
<b><i>Diferencia Total [KUSD]</i></b>	<b>6,889</b>	<b>6,489</b>

Como se ha mencionado anteriormente, pese a dichas diferencias económicas, el desafío está en poder mitigar los riesgos asociados al proyecto y realizar una eficiente implementación, realizando con sinergia el traspaso de las operaciones actuales por parte de las empresas contratistas al personal propio, tema que se abordará en detalle en el siguiente capítulo.

## 9. Implementación Proyecto de Internalización

Como se mencionó en los capítulos anteriores la implementación es una etapa crítica para el buen desempeño en el futuro del proyecto de Internalización, para esto, en este estudio se ha decidido generar un plan de implementación bajo ciertos supuestos y condiciones, con el objetivo de ser una guía, en el caso de que la empresa decida llevar a cabo el proyecto y tenga que implementarlo. Es importante considerar los tiempos que se deben dedicar para una contratación masiva, las horas hombres y desgaste principalmente de la gente de recursos humanos y operaciones quienes realizarán las entrevistas, se requiere contratar 448 personas para la propuesta planteada en este estudio o 466 en el caso de considerar la opción holgada, por lo que el plan y los tiempos para llevar a cabo la selección se debe cumplir y respetar a cabalidad para tener una contratación eficiente la cual debe apuntar a que el 60% de los nuevos trabajadores cumplan totalmente con el perfil planteado en el capítulo de selección del personal.

La implementación se llevará a cabo bajo los siguientes supuestos:

- En agosto 2017 finaliza el contrato con Geovita y Santa Elvira, por lo que se plantea renovar un año más, pero que sea flexible con el objetivo de poder incorporar a gente propia mientras vayan llegando los equipos.
- El fin del Contrato con las empresas contratista se llevará de manera paulatina finalizando totalmente en agosto del 2018.
- La Full Internalización se llevará a cabo a partir de agosto 2018.
- Los equipos llegarán en 3 Grupos, caso de realizarse la orden de compra a más tardar en diciembre del 2017 (Tabla 89).

Las contrataciones se realizarán en el caso de los operadores dos meses antes de la llegada de los equipos, para llevar a cabo todas las capacitaciones necesarias (Tabla 90).

- Los llamados a concurso para los puestos de trabajo comenzarán 2 meses antes de la contratación, se realizarán entrevistas simultáneas, por lo que se requiere más de un equipo de Recursos Humanos para llevar a cabo el reclutamiento.
- Los Supervisores y jefes serán contratados en enero 2018.
- Mientras los equipos vayan llegando se irán incorporando a la operación y los contratistas irán retirando personal y equipos.
- Dentro de la empresa se debe generar un equipo a cargo del proyecto de Internalización.
- Deben participar las áreas de Prevención de Riesgo, Abastecimiento, RRHH, Operaciones, Ingeniería y Mantenimiento.

Tabla 89. Fechas de llegada estimada de los equipos.

<b>Marzo 2018</b>	<b>Mayo 2018</b>	<b>Julio 2018</b>
1 Jumbo A. Copco 282	1 Jumbo A. Copco 282	2 Jumbo A. Copco 282
1 DTH M4C ITH	1 DTH M4C ITH	2 DTH M4C ITH
6 Camiones M. Benz Actros 4144	1 Charmec SF605	1 Simba M7C TH
2 LHD CAT R1700G	1 Scaler Paus 853-S8	1 Charmec SF605
<b>10 Equipos</b>	2 Manitou MT-X 1030 ST	1 Scaler Paus 853-S8
	1 Jumbo Troidon 55DH	2 Manitou MT-X 1030 ST
	6 Camiones M. Benz Actros 4144	1 Jumbo Troidon 55DH
	3 Camiones M. Benz Actros 3351	7 Camiones M. Benz Actros 4144
	2 LHD CAT R1700G	3 Camiones M. Benz Actros 3351
	1 C. Frontal CAT 980 H	2 LHD CAT R1700G
	1 Camión Regado Actros 4144	1 C. Frontal CAT 980 H
	1 Bulldozer CAT D9 T	1 Camión Regado Actross 4144
	<b>21 Equipos</b>	1 Motoniveladora CAT 140 M
		1 Picarroca H120 E
		<b>26 Equipos</b>

Tabla 90. Fechas de Contratación de Personal Proyecto de Internalización.

<b>Enero 2018</b>	<b>Marzo 2018</b>	<b>Mayo 2018</b>
4 Operadores Jumbo	4 Op. Jumbo	8 Op. Jumbo
4 Operadores DTH	4 Op. DTH	8 Op. DTH
24 Choferes	4 Op. Charmec	2 Op. Simba
8 Op. LHD	4 Op. Paus	4 Op. Charmec
15 Mantención	4 Op. Manitou	4 Op. Paus
30 Supervisores y Adm.	4 Op. Jumbo Cach.	4 Op. Manitou
8 Capataz Mina	36 Choferes	4. Op Mec. Manitou
4 Capataz Eléctrico	8 Op. LHD	4 Op. Jumbo Cach.
<b>97 Trabajadores</b>	4 Op. C. Frontal	40 Choferes
	4 Op. Bulldozer	8 Op. LHD
	2 Choferes Regado	4 Op. C. Frontal
	36 Mantención	2 Op. Motoniveladora
	8 Maestros Mineros	2 Choferes Regado
	16 Maestro Servicios	4 Op. Picarroca
	4 Mecánicos Servicios	45 Mantención
	4 Eléctricos	62 Operador Nv I
	<b>146 Trabajadores</b>	<b>205 Trabajadores</b>

El aspecto más crítico del proyecto es el recurso humano, se debe realizar la contratación de los mejores para cada puesto, ya que la internalización depende totalmente de la calidad del trabajador que llevará a cabo las operaciones se debe alcanzar la meta propuesta del 60%, por lo que llevar un buen proceso de reclutamiento es clave, hay que respetar los tiempos y cumplir la planificación de la carta Gantt (Tabla 90), que si se observa es bastante ajustada debido a que se debe concretar la internalización de las operaciones a cabalidad en agosto del año 2018. Se ha distribuido la selección en tres grupos con el objetivo de facilitar la selección y realizarla de una manera más eficiente en comparación con hacer el proceso para la totalidad del personal requerido.

Tabla 91. Carta Gantt Proyecto de Internalización.

Carta Gantt, Planificación Implementación Proyecto de Internalización												
Actividad	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	ago-18
Formación Equipo Internalización	█											
Formación Grupos de Reclutamiento		█										
Generación de Procedimientos		█	█									
Establecer Capacitaciones		█	█	█								
Primer llamado a Postulaciones y Reclutamiento				█	█							
<b>Contratación</b>						█						
Capacitación						█	█					
Segundo llamado a Postulaciones y Reclutamiento							█	█				
<b>Llegada Primer Grupo de Equipos</b>								█	█			
Inicio Operaciones 1er Grupo								█	█			
<b>Contratación</b>									█	█		
Capacitación									█	█		
Tercer llamado a Postulaciones y Reclutamiento										█	█	
<b>Llegada Segundo Grupo de Equipos</b>										█	█	
Inicio Operaciones 2do Grupo										█	█	
<b>Contratación</b>											█	█
Capacitación											█	█
<b>Llegada Tercer Grupo de Equipos</b>												█
Full Internalización												█

## 10. Conclusiones y Recomendaciones

El objetivo general de este estudio, planteaba realizar una propuesta a la Internalización de las operaciones de las minas de Ojos del Salado y evaluar su viabilidad técnica y económica, iniciativa propuesta como una reacción de la empresa Lundin Mining Corporation para abordar la gestión eficiente de los recursos, disminuir costos, aumentar la productividad y tener mayor capacidad de reacción estratégica a futuros cambios en el mercado de explotación de minerales de Cobre, como los que han ocurrido a través de la historia. El objetivo general y específico se ha cumplido a cabalidad, se ha puesto en la mesa una propuesta que es fiel a las actuales operaciones de las empresas contratistas, propuesta un tanto agresiva debido a que se realizaron dimensionamientos de equipos y personal muy ajustado a la producción de las minas, dejando un bajo margen de error operacional.

En base a la propuesta y los análisis realizado, es momento de responder a la pregunta ¿Se debe llevar a cabo esta propuesta de Internalización? Para responder a esta pregunta, es necesario recordar las razones que fundamentaban la idea de Internalizar, detalladas a continuación:

- Centrar la gestión en la cadena principal de valor del negocio.
- Se pretendía obtener una ganancia económica clara.
- Utilización de recursos de manera eficiente para mejorar los procesos asociados.
- Mejorar la gestión de la información incorporando tecnología
- Para abordar de mejorar forma las condiciones negativas del mercado.

Como se puede notar en las razones, se debe internalizar en caso de conveniencia económica y estratégicamente. Del punto de vista económico, la propuesta planteada como agresiva, genera un aumento del 15% del VPN en comparación con el caso base, pero como todo proyecto, tiene varios riesgos asociados y uno de los retos ingenieriles de este estudio fue reconocerlos, darles probabilidad y consecuencia, luego cuantificarlos e incorporarlos en la evaluación económica de la propuesta de Internalización, claro, es un proceso bastante subjetivo que puede tener ciertos errores, pero basado en la opinión de expertos, da un idea clara del efecto económico real que pueda tener la propuesta. Este análisis generó que la propuesta solo generará un aumento del 5% del VPN del caso base (10,000 KUSD\$). Como la propuesta es bastante ajustada a la producción se recomienda llevar a cabo la propuesta holgada, que hace disminuir el VPN de la propuesta agresiva de 10,000 KUSD\$, que, junto con la cuantificación de riesgos, el VPN del proyecto queda cercano a 0, no asegurando una ganancia económica clara, lo que descarta la motivación principal del proyecto, la razón económica.

Es cierto que, en caso de solo considerar la propuesta agresiva sin los riesgos, se obtiene una ganancia de 15%, recuperando la inversión y duplicándola, sin embargo, como la decisión se toma a nivel corporativo, una ganancia de 30,000 KUSD\$ corresponde solamente al 2,5% del VPN del distrito, por lo que no es una cifra significativa. Además, como se puede observar en el capítulo 9 de Implementación, una contratación masiva (448 personas) implica un alto costo de horas hombre y de gestión al momento de comenzar las operaciones (no cuantificado), que hacen que la justificación económica sea aún más complicada.

Por otro lado, la razón estratégica, planteaba principalmente tener el control de las operaciones de las minas debido a que es parte de la cadena principal del negocio y además da a pensar que facilita la realización de gestión e incorporación de nuevas tecnologías a los procesos para mejorar la eficiencia de los procesos y se pensaba que este proyecto tenía muchas más ventajas con respecto al modelo actual, pero como se ve, dichas ventajas son bastante subjetivas, siendo poco claras y de peso para ser una justificación fuerte para llevar a cabo la propuesta de Internalización.

En las actuales operaciones los principales problemas son la utilización de equipos viejos con baja disponibilidad física, ya que los contratos han seguido un patrón de renovación cada un año, lo que la da un bajo margen a las empresas contratistas para incorporar equipos nuevos y debido al poco control de los procesos, debido a que hay mala gestión de la información y monitoreo, donde el estado tecnológico de las minas es bastante deficiente, donde se busca estar mejor preparados para un escenario económico negativo del mercado. Entonces, ¿Con la Internalización se abordarán estos problemas?, si se trata incorporar equipos nuevos sí, pero con respecto al control y mejora de eficiencia de los procesos no, ya que no se propone nada claro que aborde ese tema y dependen de otros aspectos indiferentes a la Internalización. Con respecto a los equipos, la Internalización no es la única forma de lograrlo, se pueden realizar contratos más largos con las empresas contratistas tal que las operaciones se realicen con equipos nuevos y además se involucre tecnología para tener un mejor control de procesos. Dicho lo anterior, del punto de vista estratégico, el mejoramiento de la gestión de las minas no solo es realizable con la Internalización, también se puede ejercer con las operaciones en manos de empresas contratistas, se deben mejorar los contratos y el control para obtener resultados óptimos, generando una mejor capacidad de reacción a las diferentes condiciones que se pueden establecer en un mercado tan volátil como el de los commodities.

Queda determinado que no existe una ganancia económica clara o significativa para la compañía con el proyecto, por lo que la decisión de llevarlo a cabo resulta solo estratégica, que como se menciona antes, la Internalización no es la única forma de arreglar los problemas actuales de las minas de Ojos del Salado, se puede mejorar la gestión de las empresas contratistas, evitando lo riesgos y trabajo que implica poner en marcha y mantener las operaciones Internalizadas a través del tiempo.

Resumiendo, las razones para no Internalizar las operaciones de las minas de Ojos del Salado son:

- No se demuestra una ganancia económica significativa para la compañía, razón muy influyente para tomar las decisiones.
- Con la situación externalizada se pueden abordar de igual forma los problemas de gestión y estratégicos, debe existir mejor control apoyado de tecnología.
- Demasiado gasto de horas hombres y problemas de gestión para la implementación y régimen del proyecto, aspecto no cuantificado en la evaluación pero que repercute negativamente contra la Internalización.

Como se menciona, se puede tener una operación óptima de ambas formas (Externalizada o Internalizada), el éxito dependerá de la supervisión, control y gestión que se realice a las operaciones propias o de las empresas contratistas, por lo que se determina que la única razón por la que se deba pensar en realizar un cambio semejante sea por una razón económica clara y potente, caso no existente para este proyecto.

Con el objetivo de complementar la recomendación de este estudio de no Internalizar, se recomienda realizar un estudio de las operaciones por separado, donde quizás exista una ganancia económica más clara que no se ve de forma macro y para mejorar las operaciones de las minas se recomienda mejorar los contratos tal que:

- Se asegure la incorporación de equipos nuevos para mejorar la disponibilidad física de las flotas.
- Se busque mejores condiciones económicas, menores costos y eliminación de cargos espejos.
- Se Garantice la incorporación de nuevas tecnologías para el control de los procesos.
- Exista una disposición para mejorar la gestión de la información incorporando tecnología.

- Exista una inspección más exhaustiva a las labores de las empresas contratistas que la realizada actualmente.

Con todo lo anterior, los resultados de las minas Santos y Alcaparrosa mejorarán y se estará mejor preparado para abordar escenarios poco agradables para la industria minera, que es lo que buscaba en un inicio la propuesta de Internalización.

## 11. Bibliografía

Leenders-Johnson-Flynn-Fearon, “Purchasing and Supply Management, 13<sup>th</sup> Edition, chapter Make or Buy, Insourcing and Outsourcing”, pp 475-492.

BBVA, “¿Por qué internalizar puede ser una Buena opción cuando todo el mundo externaliza?”, mayo 2015 Emprendedores

BBVA, “¿Estamos ante el principio del fin del Outsourcing?”, Emprendedores, enero 2013

ASL Distribution, “Outsourcing versus Insourcing: Recent Trend and factors to consider”. march 2014

P. Jimeno/C. Pizarro, “Las razones de Codelco para internalizar a contratistas”, La Tercera, agosto 2015

Revista Técnicos Mineros, “Codelco iniciará internalización de trabajadores en división Salvador”, enero 2016

Patrick Heck, CFO, “Insourcing and Outsourcing: an overview of Denver International Airport”, May 2012

Rebidding solutions, “Insourcing, why customers take contracts back in house- and how to avoid it”, 2013

Ross R Bhappu, “Mineral Investment Decision Making”, July 1995

Sorin-Iuliu Mangu, Ilie Rascolean, “Possibilities for Using the effects method in Mining projects assessment.”, Annals of the university of Petrosani, Economics, 2013.

Hacia una política de subcontratación sustentable, transparente y de mutuo beneficio.

Sandra Leiva Gómez, “La Subcontratación en la Minería en Chile: elementos teóricos para el análisis”, Revista de la Universidad Bolivariana, Volumen 8, N° 24, 2009, p. 111-131.

Rubén Lazo, “Evaluación técnica y económica de la internalización de las obras de desarrollo en mina subterránea de División Andina-Codelco”, 2007.

Jorge Cantalops, Cochilco, “Una Mirada desde los costos”, 21 de noviembre, 2016.

Consejo Minero, “Minería en Cifras”, abril, 2017.

Simon J. Elliot, “To Insource or Outsource that is the question”.

Innovum Fundación Chile, Consejo de Competencias Mineras, “Estudio Fuerza Laboral de la Gran Minería 2014-2023”, 2014.

Giglio Barlaro, Compañía Minera Ojos del Salado, “Presentación visita Minera el Peñón”, diciembre, 2016.

Patricio Pérez y Pablo Villalobos, Estudios Públicos, “¿Por qué subcontratan las empresas mineras en Chile?”, invierno 2010.

Comisión nacional de la productividad, “Productividad en la Gran Minería del Cobre en Chile Documento de Trabajo No. 2, Periodo 2000/2014”, julio 2016.

Revista Técnicos Mineros, noticia, “Codelco iniciará internalización de trabajadores en división Salvador”, 28 de enero 2016.

Alfredo Galleguillos C., Reportaje, “Modelo El Salvador”, 25 de julio, 2016.

Juan Carlos Avendaño, Entrevista, “Nuestra intención es internalizar todos los procesos del corazón del negocio”, 30 de mayo, 2016.

Portal Minero, “Codelco Salvador Internaliza Servicios y aumentará en 23% dotación propia”, 22 de septiembre, 2015.

Anexo A  
Marco Teórico

## A.1 Índices y Tiempos Asarco

Tiempo Hábil (horas/turno)			
Tiempo Disponible			Tiempo Mantención
Tiempo Operativo		Tiempo Reserva	
Operación Efectiva	Pérdida Op.		

**Tiempo u Horas Hábiles (HH):** Son las horas en que la faena está en actividad productiva y/ o en tareas de mantención de sus elementos de producción y/ o infraestructura, en estas horas cada instalación o unidad está en:

- Disponible
- Mantención.

**Tiempo u Horas Disponibles (HDISP):** Son las horas en que el equipo se encuentra en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo o función de diseño. Es el tiempo hábil menos el tiempo de mantención. Este tiempo se divide en:

- Operativo
- Reserva

**Tiempo u Horas Operativas (HOP):** Son las horas en que la unidad o instalación se encuentra entregada a su(s) operador(es), en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo o función de diseño y con una tarea o cometido asignado. Este tiempo se divide en:

- Operación efectiva
- Pérdida Operacional

**Tiempo u Horas Operación Efectiva (HEF):** Son las horas en que la unidad de equipo o instalación está funcionando y cumpliendo su objetivo de diseño.

**Tiempo u Horas de Pérdida Operacional (HPE):** Son las horas en que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo de diseño, a cargo de su(s) operador(es) y con una tarea asignada, no puede realizarla por motivos ajenos a su funcionamiento intrínseco, como son los traslados, esperas de equipo complementario y en general por razones originadas en la coordinación de las operaciones.

**Tiempo u horas de Reserva (HRE):** Son las horas disponibles en que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electromecánicas de cumplir su función u objetivo de diseño, no lo realiza por motivos originados en una o más de las siguientes razones:

- Falta de operador (incluye falta por colación)
- Falta de capacidad prevista de equipo complementario o accesorio.
- No requerirlo el programa o plan de trabajo.
- No permitirlo el área donde debería cumplir su función.

**Tiempo u Horas de Mantenimiento (HMANT):** Son las horas hábiles comprendidas desde el momento que la unidad de equipo o instalación no es operable en su función objetiva o de diseño por defecto o falla en sus sistemas electro-mecánicos (incluyendo aquellas producidas por falla de operación) o por haber sido entregada a reparación y /o mantención, hasta que ha terminado dicha

mantención y/ o reparación y el equipo está en su área de trabajo o estacionamiento en condiciones físicas de operación normal. El tiempo de mantención se divide en:

- Esperas de personal y/ o equipos de apoyo y/ o repuestos.
- Traslados hacia y desde talleres o estación de mantención o reparación.
- Tiempo real de mantención y/ o reparación.
- Movimientos y/ o esperas de estos en lugares de reparación y/ o mantención.

**Disponibilidad Física:** Es la fracción del total de horas hábiles, expresada en porcentaje, en la cual el equipo se encuentra en condiciones físicas de cumplir su objetivo de diseño.

$$DF = (HDISP \times 100) / HH \% = (HOP + HRE \times 100) / HH \%$$

Este indicador es directamente proporcional a la calidad del equipo y a la eficiencia de su mantención y/o reparación, e inversamente proporcional a su antigüedad y a las condiciones adversas existentes en su operación y/o manejo.

**Índice de Utilización:** Es la fracción del tiempo, expresada en porcentaje, en la cual el equipo es operado por cada hora en que este está en condiciones de cumplir su objetivo de diseño o físicamente disponible.

$$UT = (HOP \times 100) / HDISP \% = (HOP \times 100) / (HOP + HRE) \%$$

Es directamente proporcional a la demanda o necesidad de la operación de utilizar el equipo.

**Factor Operacional:** Es la fracción de tiempo, expresada en porcentaje, en que el equipo realiza efectivamente su función de diseño por cada hora en que es operado.

$$FO = (HEF \times 100) / HOP \%$$

Es inversamente proporcional al tiempo de pérdida operacional.

## A.2. Flujo de Caja

Los flujos de caja son las variaciones de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado para una empresa. El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa. El flujo de caja se analiza a través del Estado de Flujo de Caja. El objetivo del estado de flujo de caja es proveer información relevante sobre los ingresos y egresos de efectivo de una empresa durante un período de tiempo. Es un estado financiero dinámico y acumulativo. La información que contiene un flujo de caja, ayuda a los inversionistas, administradores, acreedores y otros a:

- Evaluar la capacidad de una empresa para generar flujos de efectivo positivos
- Evaluar la capacidad de una empresa para cumplir con sus obligaciones contraídas y repartir utilidades en efectivo
- Facilitar la determinación de las necesidades de financiamiento Identificar aquellas partidas que explican la diferencia entre el resultado neto contable y el flujo de efectivo relacionado con actividades operacionales.
- Conocer los efectos que producen, en la posición financiera de la empresa, las actividades de financiamiento e inversión que involucran efectivo y de aquellas que no lo involucran.
- Facilitar la gestión interna de la medición y control presupuestario del efectivo de la empresa.

La fórmula para obtener el flujo de caja para un periodo es la siguiente:

$$\text{Flujo de Caja} = \text{Ingresos} - \text{Gastos} - \text{Impuestos}$$

### A.3. Valor Presente Neto

El **Valor Presente Neto**, también conocido como valor actualizado neto o valor presente neto (en inglés net present value), cuyo acrónimo es VAN (en inglés, NPV), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja (en inglés cash-flow) futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización (k) o de descuento (d) es el resultado del producto entre el coste medio ponderado de capital (CMPC) y la tasa de inflación del periodo. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

En las transacciones internacionales es necesario aplicar una tasa de inflación particular, tanto, para las entradas (cobros), como, para las de salidas de flujos (pagos). La condición que maximiza el margen de los flujos es que la economía exportadora posea un IPC inferior a la importadora, y viceversa.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} + I_0$$

$V_t$ : Representa flujo de caja por periodo.

$I_0$ : Desembolso inicial Inversión.

$n$ : Número de periodos.

$k$ : Tasa Interés.

**Anexo B**  
**Costos Insumos, Materiales y Servicios**

## B.1. Costos Acero Perforación

	<b>Rendimiento [hora]</b>	<b>Precio [USD\$]</b>	<b>[USD\$/m]</b>
<i>Culatin hlx5 t38 l=500 mm</i>	1,600	205	0.13
<i>Cul cop1838 38 mm t38 l=435 mm</i>	1,500	223	0.15
<i>Copla t38</i>	1,699	73	0.05
<i>Corona 102 mm 12°</i>	400	324	0.81
<i>Adaptador piloto 12°sr35</i>	400	126	0.32
<i>Domo bit esférico 102 mm s/r 35</i>	400	344	0.86
<i>Bir boton s/r-35x45mm</i>	340	78	0.23
<i>Barra 4,3 sr34-h35-t38</i>	1,600	389	0.24
<i>Barrat-38 x s/r - 35 x 4,9 m h35</i>	1,600	470	0.29
<i>Barra 3.7 m sr35 t38</i>	1,600	330	0.21
<i>Barra 3.15 m sr35 t38</i>	1,600	300	0.19
<i>Cul t38 split set ex=56 l=560 mm</i>	500	255	0.51

## B.2. Costos Acero Fortificación

	<b>Precio [CLP\$/un]</b>	<b>Precio [USD\$/un]</b>
<i>Costo perno split set inserto 0.6 m</i>	1,258	1.8
<i>Costo perno split set 1.8 m</i>	3,273	4.7
<i>Costo perno split set 2.4 m</i>	4,153	6.0
<i>Costo pernos helicoidal 3.2 m</i>	5,282	7.7
<i>Costo m2 malla fortificación</i>	2,647	3.8
<i>Costo planchuela fortificación</i>	990	1.4
<i>Costo tuerca fortificación</i>	544	0.8
<i>Cemento cte portland</i>	3,177	4.6
<i>Adit acelerante horm y mortero proy</i>	55,000	79.7
<i>Perno helicoidal ac a44-28h 22mm</i>	1,607	2.3
<i>Perno split set 42x600mm</i>	1,225	1.8
<i>Perno split set 47x1800mm</i>	3,186	4.6
<i>Perno split set 47x2400mm</i>	4,042	5.9
<i>Perno split set 0,6x39,5cm</i>	1,153	1.7
<i>Tuerca ac saferock 22mm</i>	514	0.7
<i>Tuerca hexagonal forjada 22mm</i>	529	0.8
<i>Planchuela 150x150x4mm</i>	454	0.7
<i>Planchuela 200x200x5mm</i>	964	1.4
<i>Malla alto impacto 10006 2,5x25m galv</i>	2,576	3.7

### B.3 Costos Explosivos

<b>Amex</b>	<b>[USD\$/un]</b>
<i>Amex encartuchados</i>	0.71
<i>Senatel magnun 1 1/4 x8</i>	0.62
<i>Senatel ultrex3 1/2 x16</i>	6.12
<i>Emulnor 1 1/4 x8</i>	6.12
<i>Dinamita softron 1 1/16 x20</i>	1.63
<b>Pentex</b>	
<i>Pentec cd 225</i>	2.6
<i>Pentec cd 450</i>	4.38
<i>Pentec co 900</i>	7.92
<i>Pentec c0 1350</i>	11.67
<i>Pentec cd 2250</i>	20.11
<b>Accesorios</b>	
<i>Cordtex 5 g/m forzado 2x500 m</i>	0.29
<i>Tec-dem 3 m</i>	1.7
<i>Tec-dem 6 m</i>	1.7
<i>Cable duplex 500 m</i>	94.48
<i>Cable de disparo</i>	0.23
<b>Ikon</b>	
<i>Det ikon ii rx20 m</i>	26.69
<i>Det ikon ii rx30 m</i>	25.25
<i>Det ikon ii rx40 m</i>	26.58
<i>Det ikon ii rx60 m</i>	28.54
<b>Excel</b>	
<i>Exel ms 4.2m (14')#1</i>	1.61
<i>Exel lp 4.2m (14')#2</i>	1.61
<i>Exel ms 6.1m (18')#1</i>	1.94
<i>Exel lp 6.1m (18')#3</i>	1.94
<i>Exel ms 12.2m (40')#1</i>	2.86
<i>Exel ms 18.2m (60')#1</i>	3.78
<i>Exel ms 24.4m (60')#5</i>	4.6
<i>Exel ms 30.4m (60')#2</i>	5.43
<i>Exel ms 42.6m (60')#2</i>	6.98
<i>Exel ms 51.8m (60')#1</i>	8.09
<i>Exel ms 66.0m (60')#2</i>	9.86

#### B.4. Cantidad Consumo de Explosivos

<b><i>Cantidad consumo de explosivos</i></b>	<b><i>Santos</i></b>	<b><i>Alcaparrosa</i></b>	<b><i>Total</i></b>
<i>Anfo [kg]</i>	<i>12000</i>	<i>16000</i>	<i>28000</i>
<i>Emulsión encartuchada 1 1/4 x8 [un]</i>	<i>12857</i>	<i>17143</i>	<i>30000</i>
<i>Explosivo amortiguado 1 1/16 x20 [un]</i>	<i>6857</i>	<i>9143</i>	<i>16000</i>
<i>Det no eléctrico ms/lp 2.2 m [un]</i>	<i>3300</i>	<i>4400</i>	<i>7700</i>
<i>Det no eléctrico ms/lp 6.1 m [un]</i>	<i>986</i>	<i>1314</i>	<i>2300</i>
<i>Cordón detonante 5 gr/m [m]</i>	<i>5143</i>	<i>6857</i>	<i>1200</i>
<i>Total, accesorios [usd\$]</i>	<i>429</i>	<i>571</i>	<i>1000</i>

Anexo C  
Otros Gastos

## C.1 Energía y Mantenimiento

<b>Energía Mantenimiento [USD\$]</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
Petróleo Alza hombre	3,773	3,773	7,546
Petróleo de Camionetas	12,935	12,935	25,871
<b>Total, Energía</b>	<b>16,708</b>	<b>16,708</b>	<b>33,416</b>

<b>Gastos Generales Mantenimiento</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
Arriendo de Camionetas	82,342	82,342	164,683
Servicio de Asesoría Mantención	187,140	187,140	374,281
Servicio Manejo y Mantención de Neumáticos	187,140	187,140	374,281
Arriendo Camión Rampa	37,428	37,428	74,856
<b>Total, Gastos Generales</b>	<b>494,050</b>	<b>494,050</b>	<b>988,101</b>

## C.2 Gastos de Administración y Otros

<b>Suministros Administración [USD\$]</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
Reposición Radios de Comunicación	2,807	2,807	5,614
Reposición Autorrescatadores	2,807	2,807	5,614
Reposición Detector Multigas	2,807	2,807	5,614
Reposición Lámparas mineras	2,807	2,807	5,614
EPP	108,635	110,656	219,291
Ropa de Trabajo	33,529	34,153	67,682
Otros Insumos Administración	7,205	7,205	14,410
<b>Total, Suministros</b>	<b>160,598</b>	<b>163,242</b>	<b>323,840</b>

<b>Energía Administración [USD\$]</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
Petróleo de Camionetas	7,546	7,546	15,091
<b>Total, Energía Administración</b>	<b>7,546</b>	<b>7,546</b>	<b>15,091</b>

<b>Gastos Generales Administración [USD\$]</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
Arriendo de Camionetas	41,171	41,171	82,342
Asesorías	18,714	18,714	37,428
Capacitación y Entrenamiento	18,714	18,714	37,428
Viajes	18,714	18,714	37,428
Servicio Alimentación	230,487	234,775	465,262
Servicio Transporte de Personal	755,846	769,908	1,525,754
Servicio Aseo de Oficina y Casa de Cambio	28,071	28,071	56,142
Servicio Mantención Casa de Cambio	28,071	28,071	56,142
Servicio Baños Químicos y Sanitaria	9,357	9,357	18,714
Servicio Mantención Radios	4,679	4,679	9,357
Servicio Mantención Autorrescatadores	936	936	1,871
Servicio Mantención Detector Multigas	936	936	1,871
Servicio Mantención Lámparas mineras	4,679	4,679	9,357
Costo Contratación	40,086	40,832	80,918
Flete Santiago Copiapó	18,714	18,714	37,428
<b>Total, Gastos Generales</b>	<b>1,219,174</b>	<b>1,238,270</b>	<b>2,457,443</b>

<b>Suministros Ingeniería [USD\$]</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
<i>Materiales Topográficos</i>	1,871	1,871	3,743
<b>Total, Suministros Ingeniería</b>	<b>1,871</b>	<b>1,871</b>	<b>3,743</b>

<b>Energía Ingeniería [USD\$]</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
<i>Petróleo de Camionetas</i>	6,468	3,234	9,701
<b>Total, Energía Ingeniería</b>	<b>6,468</b>	<b>3,234</b>	<b>9,701</b>

<b>Gastos Generales Ingeniería [USD\$]</b>	<b>Santos</b>	<b>Alcaparrosa</b>	<b>Total</b>
<i>Arriendo de Camionetas</i>	41,171	20,585	61,756
<i>Servicio de Mantenición de Equipos Topográficos</i>	3,743	3,743	7,486
<b>Total, Gastos Generales Ingeniería</b>	<b>44,914</b>	<b>24,328</b>	<b>69,242</b>