

**UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL**



PROYECTO DE TESIS:

“Evaluación de un Negocio de Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda”

MEMORIA PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

**Nombre : Juan Hermosilla
Profesor Guía : Sr. Luis Escobar A.
Sr. Juan Pablo Contreras.**

Santiago, Mayo 2012

INDICE GENERAL

Resumen Ejecutivo	7
1. Descripción del Proyecto.....	7
2. Características Diferenciadoras.....	7
I. Introducción	9
1. Introducción.....	9
2. Presentación Empresa HighService Ltda.....	11
II. Análisis Estratégico.....	12
1. Análisis Externo	12
1.1. Factores externos que afectan la industria de la minería.....	12
1.2. Análisis estructural de la industria: cinco fuerzas.....	12
1.2.1. Mano De Obra – Factor Productivo “Trabajo L”:	12
1.2.2. Empresas De Servicio Mantenimiento:.....	13
1.2.3. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).....	15
1.2.4. Resumen Poderes De Mercado.....	15
1.3. Análisis Horizontal - Negocios No Relacionados.....	16
1.3.1. Mano De Obra – Factor Productivo “Trabajo L”:	16
1.3.2. Empresas De Servicio De Mantenimiento.....	16
1.3.3. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).....	16
1.4. Análisis Vertical: Amenazas de potenciales entrantes y de productos sustitutos.....	17
1.4.1. Empresas De Servicio De Mantenimiento.....	17
1.4.2. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).....	17
1.5. Diagnóstico: Atractivo, Oportunidades y Amenazas.....	18
1.5.1. Empresas De Servicio De Mantenimiento.....	18
1.5.2. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).....	18
2. Análisis Interno.....	18
2.1. Flow Sheet operacional del Cliente: Operador Minero.....	18
2.2. Flow Sheet operacional: Servicios De Mantenimiento.....	19
2.3. Flow Sheet operacional: Servicios Molienda SAG.....	21
2.4. Cadena De Valor - HighService (Servicios de mantenimiento).....	21
2.4.1. Objetivos Estratégicos.....	22

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

2.4.2.	Actividades Primarias.....	22
2.4.3.	Análisis De Recursos y Capacidades De La Cadena De Valor.....	22
2.4.4.	Análisis de fortalezas y debilidades.....	26
2.5.	Análisis Estratégico.....	26
2.5.1.	Matriz atractivo de la industria – fortaleza del negocio.....	26
2.5.2.	Acción estratégica “proyecto”.....	28
2.5.3.	Caracterización del proyecto.....	28
III.	Estrategias Comerciales.....	33
1.	Estimación de la demanda.....	33
1.1.	Molienda SAG “Base Instalada” mercado nacional.....	34
1.2.	Proyección Molinos Sag “Nuevos Proyectos” mercado nacional.....	34
1.2.1.	Proyección nuevos proyectos de Molienda SAG.....	35
1.3.	Demanda Mercado “Molienda SAG”.....	37
1.4.	Estimación de la demanda de la Empresa – Molienda SAG.....	37
1.4.1.	Costos Operacionales Operadores Molino SAG.....	37
1.4.2.	Equilibrio de la Empresa y % de Mercado.....	39
1.4.3.	Leverage Operación “Demanda base instalada molinos SAG”.....	39
1.4.4.	Leverage por Inversión “Demanda proyectos nuevos molienda SAG”.....	40
1.4.5.	Detalle de Riego x Apalancamiento HighService Ltda.....	40
IV.	Producción.....	41
1.	Proyecto "Servicio integral de molienda SAG".....	41
2.	FlowSheet: Productor de concentrado de cobre.....	42
3.	Producción de concentrado de cobre.....	42
4.	Planta concentradora: proceso de molienda SAG.....	49
4.1.	Descripción del proceso “Flow Sheet”.....	51
4.2.	Balance de masa.....	52
4.3.	Descripción de operación – molienda SAG.....	55
4.3.1.	Molinos semiautógenos y autógenos (SAG y AG).....	56
5.	Información productiva y costos de insumos.....	59
5.1.	Datos Productivos.....	59
5.2.	Especificación Molino SAG.....	59

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

5.3.	Costos de producción "servicio integral de molienda SAG".	60
5.4.	Costos incrementales por aumento de disponibilidad molino SAG.	60
5.5.	Costos asociados a energía eléctrica.	62
5.6.	Comportamiento de consumo de energía eléctrica "KWhr" Molino SAG.	63
V.	Modelo de simulación de producción y costos "Servicio de Molienda SAG"	65
1.	Modelo de simulación de producción Molienda SAG.	65
1.1.	Descripción proceso de Molienda SAG.	65
1.2.	Producción de Cobre y Molibdeno.	66
1.3.	Modelo de costos de producción de Molienda SAG.	67
1.4.	Modelo de costos "Energía Eléctrica" producción de Molienda SAG.	68
1.5.	Modelo de costos "Bolas 5'" producción de Molienda SAG.	70
1.6.	Modelo de costos "Cal" producción de Molienda SAG.	70
1.7.	Modelo de costos "Personal de Operaciones" producción de Molienda SAG.	71
2.	Modelo de simulación costos de mantenimiento Molienda SAG.	73
2.1.	Diseño de línea mantenimiento Molino SAG.	73
2.2.	Simulación para obtener la cantidad de personal de mantenimiento en cada facility.	75
2.3.	Resultados modelamiento Erlang C de línea mantenimiento Molino SAG.	77
3.	Modelación de Consumo de Repuestos mantenimiento Molino SAG.	79
3.1.	Revestimientos Molino SAG.	80
3.2.	Repuestos e insumos mecánicos mantención Molino SAG.	81
3.3.	Repuestos e insumos eléctricos e instrumentación mantención Molino SAG.	81
4.	Definición y modelación de costos directos de producción.	82
4.1.	Disponibilidad Molino SAG.	82
4.2.	Confiabilidad Molino SAG.	84
4.3.	Distribución Normal del Precio Energía Eléctrica SIC "US\$/MWhr".	85
4.4.	Resultado de modelación de costos directos de producción.	86
5.	Modelo de ingresos.	88
VI.	Modelo de simulación Financiera	89
1.	Análisis de la empresa "Sin Proyecto".	89
1.1.	Balance General – HighService Ltda, Sin Proyecto.	89
1.1.1.	Descripción Balance General – HighService Ltda, Sin Proyecto.	90

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

1.1.2.	Detalle de activos en balance general.....	90
1.1.3.	Detalle de pasivos en balance general.....	91
1.1.4.	Detalle del patrimonio en balance general.....	92
1.1.5.	Ratios Financieros del balance general.....	92
1.2.	Estado de Resultado – HighService Ltda, Sin Proyecto.....	93
1.2.1.	Descripción del Estado de Resultado – HighService Ltda, Sin Proyecto.....	94
1.3.	Supuestos para proyección del Balance y Estado de Resultado – Sin Proyecto.....	95
1.3.1.	Balance General Proyectado, Sin Proyecto.....	97
1.3.2.	Estado de Resultado, Flujo de Caja y Valor Firma Proyectado, Sin Proyecto.....	99
1.3.3.	Determinación Beta, CAPM, WACC sin Proyecto, año base 2010.....	100
1.3.3.1.	Determinación Beta “ β ”, sin proyecto.....	100
1.3.3.2.	Determinación CAPM, sin proyecto.....	101
1.3.3.3.	Determinación WACC, sin proyecto.....	102
1.4.	Valor Firma, Empresa HighService Ltda, Sin Proyecto.....	103
2.	Análisis de la empresa Con Proyecto – “Servicio integral de Molienda SAG”.....	104
2.1.	Descripción del proyecto.....	105
2.2.	Momento Mensual del proyecto “Servicio de Molienda SAG”.....	108
2.3.	Balance General – HighService Ltda, Con Proyecto.....	109
2.3.1.	Descripción Balance General – HighService Ltda, Con Proyecto.....	110
2.3.2.	Detalle de activos en balance general.....	110
2.3.3.	Detalle de pasivos en balance general.....	111
2.3.4.	Detalle del patrimonio en balance general.....	112
2.3.5.	Ratios Financieros del balance general.....	113
2.3.6.	Determinación de Beta “ β ”, CAPM, WACC Con Proyecto.....	114
2.3.7.	Estado de Resultado, Flujo de Caja y Valor Firma Proyectado, Con Proyecto.....	115
3.	Aporte al Valor Firma del proyecto “Servicio integral molienda SAG”.....	116
VII.	Evaluación Económica.....	118
VIII.	Conclusiones.....	119
IX.	Anexos.....	120
1.	Anexo 1: “Acuerdo de alianza estratégica con BHP Billiton – HighService Ltda”.....	120
2.	Anexo 2 : “Impacto por detenciones de Molino SAG en la industria”.....	121

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

3.	Anexo 3: “Momento mensual proyecto” – Operación 1 - 70.000 Ton/Día.....	122
4.	Anexo 4: “Impuestos de primera categoría - SII”	125
5.	Anexo 5: “Bonos BCU”	126
6.	Anexo 6: Parámetros de industria de servicios de mantenimiento en mercado minero. 127	
7.	Anexo 7: “Sala de monitoreo y diagnóstico remoto operación Molino SAG”	128
8.	Anexo 8: “Bibliografía”	129

Resumen Ejecutivo

1. Descripción del Proyecto.

El proyecto corresponde a la evaluación económica de realizar un “servicios integral de molienda semiautogena (SAG)” estableciendo un cobro por tonelada molida. Los grandes operadores mineros forman parte esencial de la demanda potencial de este servicio integral, dado que son los que usan este tipo de tecnología. El proyecto “servicio integral de molienda SAG” integra horizontalmente a HighService en la operación, dado que actualmente la empresa presta los servicios de mantenimiento especializado de los molinos SAG.

2. Características Diferenciadoras.

Las características diferenciadoras están representadas por la correcta definición de los objetivos estratégicos del proyecto, estos son:

- ✚ Molienda SAG, con reducción en los costos actuales en un 10% por Tonelada de mineral procesada.
- ✚ Continuidad operacional “pronta respuesta”.
- ✚ Alta disponibilidad de equipo para molienda.

Este proyecto se basa en la incorporación de tecnología “Sensor Electrónico de Desgaste SED wireless”, el perno sensor se instala usando la misma perforación usada por el perno tradicional de sujeción de revestimientos al cilindro, el perno sensor permite medir en línea el nivel de desgaste de los revestimientos y el nivel de llenado en términos volumétricos del molino, estas mediciones actualmente se realizan en forma manual y su finalidad es de ajustar en línea la operación por medio de los sistemas de control asociados a la molienda SAG.

La incorporación de tecnología entregara una realimentación (feedback) para ajuste automático de la operación y de los programas de mantenimiento, lo que se traduce en un uso eficiente y menores costos de insumos y recursos asociados a la operación del molino SAG.

Actualmente, la empresa HighService Ltda, se encuentra en fase de prueba y comercialización de esta tecnología asociada a los procesos de “Molienda SAG”¹.

Para garantizar los niveles de disponibilidad y tiempos de respuesta, el proyecto considera un mantenimiento centrado en condiciones, análisis en línea de principales variables de operación del molino SAG y sus sistemas auxiliares, dichas condiciones son reportadas en tiempo real a unidades remotas supervisadas y monitoreadas por expertos, cuya función es corregir problemáticas en línea, activar planes y programas de de mantenimiento correctivo y ante eventuales detenciones

¹ Consultar Anexo 1 “acuerdo de alianza estratégica con BHP Billiton - HighService”

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

brindar cobertura de primera línea en terreno para la solución de problemas y puesta es servicio del equipo en el menor tiempo posible.²

Como estrategia comercial, se trabaja en tomar una participación de mercado del 15% de molienda SAG en los primeros tres años de operación, para alcanzar dicha cuota de mercado se contempla incorporar tres contratos.

Año 1	Anglo American - División Los Bronces	70.000 (Ton/día)
Año 2	Codelco - División Andina	45.000 (Ton/día)
Año 3	Minera Candelaria	84.000 (Ton/día)

Para el primer contrato se considera financiamiento por emisión de deuda a 5 años, 15% del capital de trabajo más 100% de inversión en activos (instrumentos, equipos y talleres).

Para el segundo y tercer contrato, se considera financiamiento vía aporte de capital propio, 30% del capital de trabajo más 100% de inversión en activos (instrumentos, equipos y talleres).

	Contrato 1	Contrato 2	Contrato 3
Capital de Trabajo (M\$):	218.066.-	263.785.-	796.936.-
Equipos e instrumentos(M\$):	149.500.-	149.500.-	149.500.-
Total (M\$):	367.566.-	413.285.-	946.436.-

La evaluación económica para condición sin y con proyecto se realiza en forma separada y aislada. De acuerdo a las proyecciones de los estados financieros realizadas tenemos los siguientes valores firma.

Valor Firma Sin Proyecto "Servicio de mantenimiento" (1)	=	M\$ 7.341.598.-
Valor Firma Con Proyecto "Servicio integral de molienda SAG" (2)	=	MS 39.418.653.-
Valor Firma (1) + (2)	=	M\$ 46.760.251.-

² Consultar Anexo 7. Sala de Monitoreo y diagnostico molino SAG.

I. Introducción

1. Introducción.

Si bien el negocio minero ha registrado resultados récord en los últimos años, el suministro energético para alimentar sus procesos se está volviendo un problema en la industria. Durante los últimos años, la minería ha gozado de buenos resultados con altas ventas, y por ende utilidades que se incrementan a medida que el precio del cobre bate récords en mercados extranjeros, sobrepasando los cuatro dólares la libra. El año 2011, el sector minero se mantuvo en línea con la recuperación económica que experimentó el país, aumentando sus ganancias en 59,5%, totalizando US\$ 11.006 millones, mientras sus ingresos experimentaron un avance de 33,3%. Entre las empresas que le dieron mayor empuje al sector, destaca Codelco con 47% en excedentes, que ascienden a US\$ 5.799 millones.

Cabe destacar que la minería del cobre en Chile absorbe sobre el 30% de la energía que se utiliza en el país y un 90% de lo generado en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Por ejemplo, Codelco utiliza 6.386.000 MW al año, lo que corresponde al 13,3% del total de electricidad que se consume en el país.

Para los próximos años se espera que la tendencia siga incrementándose, llegando a duplicar su demanda a 2030, empujando a actores del sector para que busquen nuevas fuentes de energía que abastezcan futuras explotaciones y proyectos que se realizan, principalmente, en el norte de Chile.

La evaluación económica indica que los costos de energía eléctrica representan el 48% de los costos totales del proceso de molienda SAG, siendo uno de los objetivos estratégicos la optimización y reducción de costos con la introducción de tecnología para hacer más eficiente el proceso de molienda SAG.

Las operaciones de procesamiento de minerales en plantas concentradoras tienden al empleo de molinos semiautógenos (SAG) de gran tamaño, por la mayor productividad y menores costos de producción, en comparación con la alternativa convencional. Es así como en el mundo existen alrededor de 1250 molinos SAG, de los cuales 229 tienen un diámetro mayor a los 28 pies. De estos, en operación actualmente hay 23 en Chile y 18 en la región, distribuidos en, 3 en Argentina, 3 en Bolivia, 2 en México y 10 en Peru principalmente en la industria del cobre, oro y zinc.

Las plantas de molienda semiautógena de minerales presenta una gran variabilidad operacional, producto, tanto de fluctuaciones en el mineral de alimentación como también de limitaciones propias del sistema de instrumentación y control del molino. El control de los molinos semiautógenos consiste básicamente en variar los flujos de alimentación de mineral y agua y/o la velocidad del molino para mantener el peso y la potencia consumida en un rango dado. Otras

propiedades de la carga interna tales como la densidad aparente, la distribución de tamaños, la viscosidad de la pulpa, etc. no son consideradas, a pesar de influir en forma importante en la dinámica del molino.

Con este esquema se logra mantener la operación dentro de rangos preestablecidos, pero en forma inestable, con vacíos en la descripción y comprensión del proceso y al costo de limitar el tonelaje posible de procesar y de aumentar los consumos de energía y acero. El objetivo del proyecto es ampliar y perfeccionar la instrumentación disponible, abriendo el camino hacia procedimientos y esquemas de control más robustos, de menor variabilidad y con menos solicitaciones a los equipos. El objetivo último es aumentar la disponibilidad de procesamiento y la eficiencia de plantas de molienda semiautógena.

El proyecto considera la incorporación de tecnología basada en (1) sensor electrónico de desgaste de revestimiento y (2) la medición en línea del nivel de llenado del molino detenido sin entrar al molino, es decir **sin interferencia operacional** que significa la detención del equipo para realizar el setup operacional, nuevo método más robusto en:

- ✚ Estimación del peso de la carga desde la presión en los descansos
- ✚ Técnicas de análisis de datos de proceso en línea para estimar la densidad aparente de la carga
- ✚ Posición de la carga dentro del molino.
- ✚ El nivel de llenado en bolas
- ✚ La capacidad de levante del revestimiento.
- ✚ El nivel de agresividad de la operación sobre el revestimiento interno.
- ✚ Estimaciones gruesas de distribución de tamaño de la carga al interior del molino.

Todos estos métodos serán integrados en un sistema analizador en línea, que presentará visualmente al operador la situación presente y entregará sus señales al sistema de control distribuido de la planta.

HighService Ltda es una empresa nacional pionera en el desarrollo de tecnología con enfoque en la eficiencia operacional de los Molino SAG, actualmente se tiene instalado el sistema sensor de desgaste en Minera Escondida, Carmen de Andacollo y Anglo American división Los Bronces. La tecnología desarrollada ofrece la posibilidad concreta de replantear la estrategia de control de proceso de los circuitos de molienda semiautógena, en base al conocimiento de variables internas que hoy no se consideran y la aplicación de conceptos sobre el comportamiento de la carga interna del molino para la definición de parámetros operacionales como flujos de alimentación, velocidad de giro del molino, diseño del revestimiento y niveles de llenado total y de bolas óptimas.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

El impacto económico - productivo principal es el aumento de la producción en el procesamiento de minerales por mejor utilización de las capacidades de sus equipos y la calidad del proceso, que se espera alcanzar un 2% promedio. Un segundo impacto es la probable formación de una empresa para exportar al mercado internacional con las tecnologías de instrumentación desarrolladas.

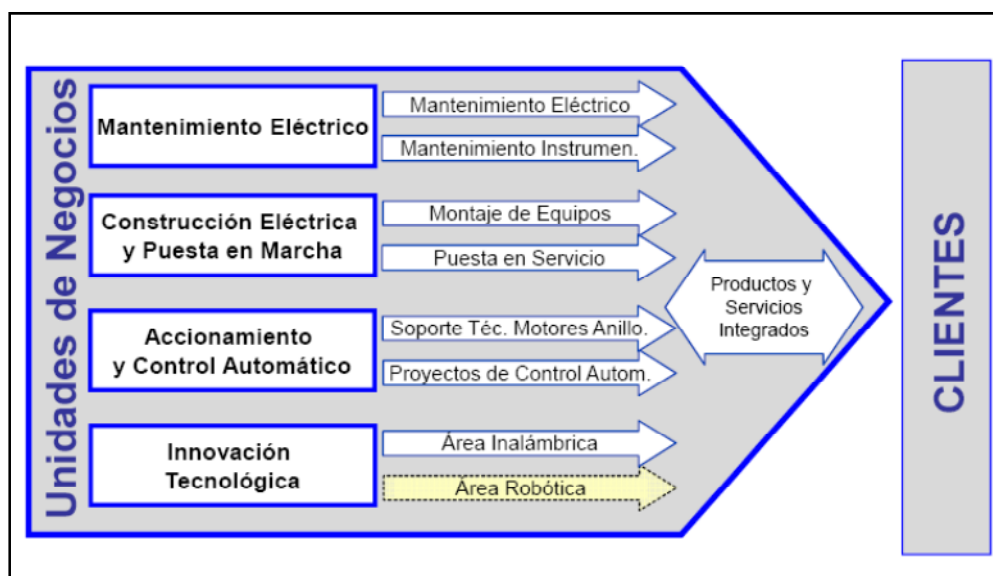
2. Presentación Empresa HighService Ltda.

Industrial Support Company Ltda., HighService, es una empresa privada, con base en Santiago de Chile y fundada a principios de 1999. Somos proveedores de servicios y de soluciones de innovación tecnológica para **soportar, mejorar y agregar valor** a los procesos productivos fundamentales de nuestros clientes de una manera rentable.

Nuestro mercado objetivo es la Industria Minera Nacional.

HighService provee de personal experto, servicios de valor agregado y soluciones tecnológicas innovadoras, necesarias para mantener y optimizar los equipos/sistemas eléctricos y de instrumentación durante todo el ciclo de vida de las plantas mineras.

Figura N° 1.1: Unidades de negocio HighService Ltda.³



En la línea de desarrollo de productos y soluciones tecnológicas, HighService Ltda tiene participación mayoritaria en empresa de servicios relacionados MIRS "Mining industry robotic solution", empresa que está constituida como sociedad con Codelco Chile, Nippon Mining & Metals Co, KUKA Roboter GMBH, HighService. www.mirs.cl.

³ Fuente: Información interna empresa, presentación clientes.

II. Análisis Estratégico

1. Análisis Externo

1.1. Factores externos que afectan la industria de la minería.

Tecnología: Automatización, maquinas y equipos más eficientes, está afectando en forma permanente a esta industria, sin duda que este factor externo ha permitido alcanzar economías de escala cada vez mayores, permitiendo en la actualidad explotar yacimientos de mineral con leyes cada vez menores a un costo unitario cada vez menor.

Medio Ambiente: también afecta estas empresas, normativas de gobierno y normativas internacionales como son las normas ISO 14001 (certificación medio ambiental), han obligado a las empresas a destinar mayores recursos a esta área, el correcto cumplimiento de la normativa ambiental garantiza la transacción del commodities en los mercados internacionales a la vez que lo hace más competitivo.

Energía: Otro factor importante que afecta a las empresas industriales es sin duda la componente energética, sobre todo, si consideramos que este representa alrededor de un 45% de los costos de producción del concentrado de cobre. La escala cada vez mayor de las plantas concentradoras en cuanto a potencia instalada (150 MWatt promedio) generan un impacto mayor en la demanda por energía, por lo tanto, el incremento en la generación de energía debe de ir en relación directa con estos nuevos proyectos.

1.2. Análisis estructural de la industria: cinco fuerzas.

El objetivo del análisis externo es visualizar el atractivo de la industria, el mercado donde se desarrolla la empresa y sus poderes de mercado dentro de la cadena de suministro. Con este análisis se podrá identificar las oportunidades y amenazas de cada uno de los participantes de la supply chain, la que se presenta en la Figura N° 2.1.

Figura N° 2.1: Supply Chain – Industria de Servicios a la minería.⁴



1.2.1. Mano De Obra – Factor Productivo “Trabajo L”:

El servicio de mantenimiento es por naturaleza intensivo en mano de obra (HH), por lo tanto es altamente demandante de este factor productivo. El Principal oferente de trabajo como factor

⁴ Fuente: Elaboración Propia.

productivo, lo constituyen las Universidades e institutos de formación técnica (Electricidad, Electrónica, Mecánica y otros). Dado el gran nivel de especialización del servicio de mantenimiento, se debe de apuntar a un segmento específico, dicho segmento posee un poder de mercado escapado “diferenciado” de la media del trabajo “salario mínimo”.

Factores externos como la tecnología afectan positivamente esta industria, tecnología ligada al manejo de información e informática. Un claro ejemplo es el software Matlab, donde es posible modelar procesos de diversos tipos, someter a ensayos y pruebas dichos modelos con la finalidad de conocer, entender y mejorar dichos procesos.

La determinación del poder de mercado del trabajo se trabajada en base al coste medio de largo plazo de los profesionales técnicos (ingenieros) costos incurridos durante toda la etapa formativa.⁵

PM (M² Trabajo) = 1,01 Alto poder de mercado.

1.2.2. Empresas De Servicio Mantenimiento:

De acuerdo a los antecedentes expuestos anteriormente, podemos decir que las empresas de mantenimiento participan de un mercado cuya estructura microeconómica corresponde a **mercado en competencia monopolística**, con una fuerte componente de diferenciación. La industria se define como un grupo de empresas de “servicios de mantenimiento” que compiten en el mercado por un mismo grupo de clientes en la minería local. Existen empresas como Siemens AG, ABB, Cimap, IMA industrial, HighService, donde algunas empresas están integradas verticalmente, como es el caso de Siemens y ABB, que operan como continuidad de la post venta con sus respectivos departamentos de servicios a través de acuerdos y contratos de cooperación estratégicos con sus respectivos clientes.

Un mercado monopolímicamente competitivo es similar a uno perfectamente competitivo en dos aspectos. (1) Pueden existir muchas empresas (2) no está restringida la entrada de nuevas empresas sólo que la entrada es mucho más difícil que en ninguna otra estructura de mercado. Pero se diferencia de él, en que el producto está diferenciado, cada empresa vende una marca o versión del producto que se diferencia por su calidad, su aspecto o su reputación y cada empresa es la única productora de su propia marca.

Dependiendo del nivel de diferenciación del producto, bien o servicio, dependerá el nivel de elasticidad de la demanda, en otras palabras, que tan cerca se encuentran los sustitutos y el grado de poder de monopolio (PM) que tenga la empresa está relacionado con el éxito en la diferenciación de su producto del de otras empresas.

⁵ Fuente: Tesis ICI Universidad Gabriela Mistral, Autor: Andrés Sazo. Tema: Evaluación estratégica de las alternativas de invertir en colegios de enseñanza media técnico profesional versus humanista/

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

El producto “servicio de mantenimiento” es un producto diferenciado, donde la componente de diferenciación está relacionada directamente con el Know-How de la empresa, años de experiencia, porcentaje de participación de mercado y la gran experiencia del capital humano. Por otro lado, las empresas competidoras se enfrentan a las mismas condiciones especificadas por los distintos clientes durante el proceso de adjudicación de los servicios de mantenimiento (Bases técnicas y administrativas de licitación), las cuales a la vez constituyen esencialmente las barreras de entrada y salida.

La fijación de precios está relacionada directamente con el nivel de especialización de la empresa de servicios de mantenimiento.

Los avances en la tecnología de materiales e instrumentación asociados a los equipos y maquinarias del proceso productivo, está afectando de forma positiva esta industria, permitiendo a las empresas prestadoras de servicios entregar mayor especialización con la finalidad de asegurar los altos niveles de disponibilidad, confiabilidad y reducir los tiempos de respuestas ante interferencias.

El valor pagado por los clientes es de \$44.000.- por Hora Hombre (HH) ingeniero electricista o electrónico y el costo marginal de de las HH es de \$14.248.- Dados estos antecedentes se puede calcular el PM de la industria que tiene un valor de 2,09

$$PM = \frac{\text{Precio} - \text{CMg}}{\text{CMg}} = \frac{44.000 - 14.248}{14.248} = 2,09$$

Cuadro Nº 2.1: Determinación de Poder de Mercado.⁶

SERVICIO DE MANTENIMIENTO ELECTRICO MOLINO SAG (CONTRATO 36 MESES)				
	x0	x1	x2	x3
	MOLINO SAG	MOLINO SAG	MOLINO SAG	MOLINO SAG
Nivel de producción (Kton/mes)	0	2281	4562	6843
HH Mes	0	12000	24000	36000
Producto Medio PM = Q/HHmes (Kton/HH)	-	0,19	0,19	0,19
Producto Marginal PML = ΔQ/ΔHHmes (Kton/HH)	-	0,19	0,19	0,19
Valor Producto Marginal (HH mes)	-	1721	1721	1721
VPML (Hhmes) = P(Q)*(ΔQ/ΔHH)	-			
Costos Fijos CF	\$76.135.944	\$76.135.944	\$76.135.944	\$76.135.944
Costos Variables CV	\$0	\$32.498.889	\$64.997.778	\$97.496.667
Costos Totales CT = CF + CV	\$76.135.944	\$108.634.833	\$141.133.722	\$173.632.611
Costos Fijos Medios CFMe = (CF/Q)	-	33378	16689	11126
Costos Variables Medios CVMe = (CV/Q)	0	14248	14248	14248
Costos Totales Medio CT Me = CFMe + CVMe	0	47626	30937	25374
Costo Marginal CMg = (ΔCV/ΔQ)=(ΔCT/ΔQ)	-	14248	14248	14248
Precio P = (\$/HH)	-	44000	44000	44000
Poder Mercado PM = (P-Cmg)/Cmg	-	2,09	2,09	2,09

⁶ Fuente: Elaboración Propia.

1.2.3. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).

Corresponde a la industria de la gran minería metálica nacional. Las empresas se encuentran en un mercado de venta de commodities donde se compite por costo. El mercado de commodities está dentro de la tipificación de un mercado en competencia perfecta, es decir un producto no diferenciado y precio aceptante.

Para el cálculo del poder de mercado, se usan los costos asociados al proceso de molienda SAG. El valor pagado por los clientes es de 1,6 (Usd/Ton Molida) cuyo valor corresponde al costo propio de realizar en forma directa el proceso de molienda SAG, el costo con el servicio externalizado es de 1,1 (Usd/Ton Molida).- Dados estos antecedentes se puede calcular el PM de la industria que tiene un valor de 0,45.

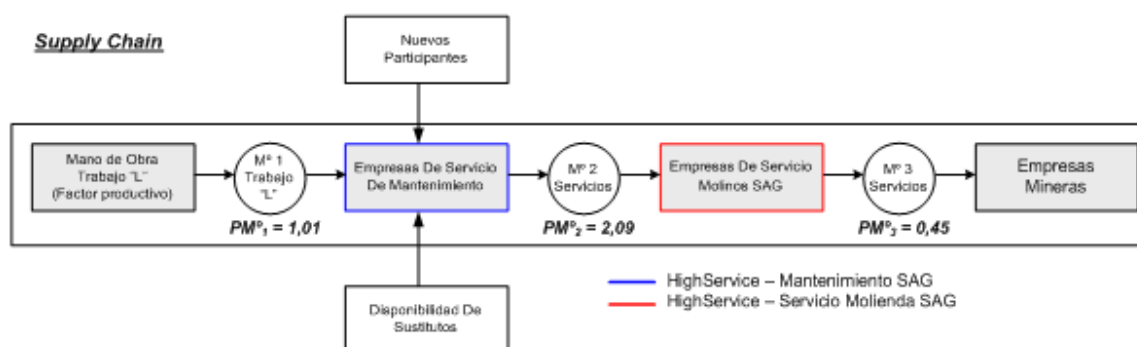
$$PM3 = \frac{\text{Precio} - CMg}{CMg} = \frac{1,6 - 1,1}{1,1} = 0,45$$

1.2.4. Resumen Poderes De Mercado.

La figura N° 2.2, se detallan los poderes de mercado sobre la supply chain de la industria de servicios a la minería.

PM (M°1 Trabajo)	=	1,01	Alto poder de mercado.
PM (M°2 Servicio de mantenimiento)	=	2,09	Muy Alto poder de mercado.
PM (M°3 Servicio de Molienda SAG)	=	0,45	Bajo poder de mercado.

Figura N° 2.2:⁷



Si analizamos la Supply Chain tomando en consideración la suma de los valores de poder de mercado, tenemos, $\sum \Delta V_{Ai0} = 1,01 + 2,09 + 0,45 = 3.55$, este resultado representa el valor creado por la supply chain de servicios a la minería, cuyo valor total es alto o atractivo, siendo el mercado de los servicios de mantenimiento el que aporta un mayor poder de mercado, por tanto es el que posee mayor valor, lo que quiere decir que concentra la mayor parte del “excedente del productor”.

⁷ Fuente: Elaboración Propia.

1.3. Análisis Horizontal - Negocios No Relacionados.

1.3.1. Mano De Obra – Factor Productivo “Trabajo L”:

El mercado de la mano de obra “Trabajo L”, se caracteriza por competir por diferenciación, también explicado por su alto poder de mercado. Los salarios están tipificados de acuerdo al nivel de experiencia y especialización, en este mercado se detectan economías de alcance en la sindicalización “compartir un recurso, capacidad”, debido a que el servicio de mantenimiento es altamente intensivo en mano de obra (HH), gran parte del excedente del productor se trasmite a este sector.

La estimación del poder de mercado descrita en el punto 1.2.1, entrega como resultado un $PM=1,01$, el que es alto, por que el segmento de empleo en la industria es muy atractivo para los profesionales.

1.3.2. Empresas De Servicio De Mantenimiento.

Limites Horizontales, Se identifica que la “economía de alcance” es la estrategia competitiva que se busca en esta industria.

En HighService Ltda, se identifica que la economía de alcance es la estrategia competitiva que busca la empresa. El hecho de que distintos contratos de mantenimiento se lleven a cabo en forma paralela, exige el “compartir recursos y capacidad” de distintas áreas para lograr armar una estructura que permita efectuar la ejecución de varias contratos de prestación de servicios de mantenimiento en forma simultánea.

Al ejecutar varios contratos de servicio de mantenimiento en forma paralela se logra economía de alcance, debido a que puede producir una cantidad determinada de servicios a un costo total menor que el costo total de producir esta cantidad de obras en empresas separadas.

Esto es claramente explicable por la “Sinergia” generada por las distintas unidades de negocio dentro de HighService Ltda asociadas al servicio de mantenimiento “Mantenimiento, construcción y montaje, servicios especializados y desarrollo de tecnología”. Estos ahorros en el costo total ha permitido que los servicios a los cuales postula HighService Ltda en las distintas licitaciones le sean adjudicadas.

La estimación del poder de mercado se presenta en el cuadro N° 2.1. Este resultado ser de $PM=2,09$, el que es extremadamente alto, por que el segmento de la industria es muy atractivo.

1.3.3. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).

Se identifica que la “economía de escala” es la estrategia competitiva que se busca en esta industria. Es decir la “especialización” es una pieza fundamental con la que se logran las economías de escala. Nos referimos a los costos medios que disminuyen en función de un aumento de la capacidad de una operación minera.

También, se identifican economías de escala por procesos altamente automatizados “Tecnología”, esto está directamente ligado a los altos volúmenes de producción que permiten obtener costos por unidad producida cada vez menores, permitiendo procesar minerales de baja concentración “baja ley”.

Esto porque el cobre es un “commodity”, se transa en bolsas de metales y el poder de mercado de la industria es $PM=0$. La industria no es atractiva y participa marginalmente de la participación de los excedentes generados por las empresas en la Supply chain.

1.4. Análisis Vertical: Amenazas de potenciales entrantes y de productos sustitutos.

1.4.1. Empresas De Servicio De Mantenimiento.

Límites Verticales, existe una baja integración, existe tendencia a subcontratar todas las funciones secundarias de la industria, tales como transporte, materiales, insumos, transporte, otros, lo que obedece a una estrategia del tipo BUY.

El servicio de mantenimiento es altamente intensivo en mano de obra, el desarrollo de la tecnología aplicado a los procesos productivos implica la necesidad de contar con personal altamente entrenado “Economías de aprendizaje”, siendo la empresa la principal proveedora de cursos de perfeccionamiento, lo cual obedece a una estrategia del tipo MAKE. A menor integración disminuyen los costos de administración (costo agencia: costos que incurrimos por crecer íntegramente) y aumentan los costos del mercado (costos de transacción).

Tomadas en conjunto, las amenazas de potenciales entrantes y de productos sustitutos son muy bajas, porque el $PM=2,01$ es muy alto. Es decir, se puede pensar que sólo empresas de mantenimiento de experiencia que no están en el segmento minero podrían amenazar a los participantes actuales, pero es muy distante.

1.4.2. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).

Posee alta integración vertical, es decir dentro de la cadena de transformación del producto participa solo la misma empresa abarcando desde la explotación del yacimiento hasta la zona de embarque (mina, chancado, molienda, flotación, concentrado, puerto). Actividades o tareas secundarias que no guarden relación con el proceso productivo son subcontratadas (BUY), esto permite lograr economías de escala. Al comprar (subcontratar) están logrando economías de escala. BUY

En esta industria las amenazas son muy fuertes, tanto de entrar nuevos competidores como de productos sustitutos. Esto se puede medir por el bajo valor del poder de mercado $PM=0$. En la práctica, no existen barreras de entrada a la industria de la minería del cobre.

1.5. Diagnóstico: Atractivo, Oportunidades y Amenazas.

1.5.1. Empresas De Servicio De Mantenimiento.

ATRACTIVO: Al tener un alto poder de mercado, lo cual la hace **Muy atractivo** para los inversionistas, posee un alto valor de mercado, es decir, posee “valor” o “beneficio”.

OPORTUNIDADES: La industria al ser desintegrada verticalmente permite que otras empresas intervengan en la cadena de distribución, lo cual hace que existan oportunidades de ingresar a empresas que entreguen valor agregado a la cadena de transformación del producto y lograr economías de escala.

AMENAZAS: Incorporación de nuevas empresas y productos sustitutos en los mercados de compradores. Lo cual aumenta la competitividad en el mercado por lograr entrar en éste. **Este mercado está menos propenso a amenazas debido a su alto poder de mercado.**

1.5.2. Clientes - Empresas mineras (Molienda SAG).

ATRACTIVO: Posee un atractivo importante para inversionistas debido a que posee un alto valor de mercado, es decir, posee “valor” o “beneficio”.

OPORTUNIDADES: La industria al ser integrada verticalmente permite mayor inversión por lo cual redundando en una mayor especialización. En este caso la empresa es más eficiente que el mercado.

AMENAZAS: Incorporación de nuevas empresas y productos sustitutos en los mercados de compradores. Lo cual aumenta la competitividad en el mercado por lograr entrar en éste. Condiciones ambientales Existe un permanente rechazo por parte de grupos asociados a temas ambientales. Los cuales han hecho fracasar o retrasar proyectos de este tipo.

2. Análisis Interno.

Para este análisis se trabaja sobre el Flow Sheet operacional, para poder describir adecuadamente la operación del servicio de mantenimiento se parte analizando el Flow Sheet operacional del cliente, la comprensión adecuada del proceso productivo del cliente es una de las bases principales para poder realizar adecuadas pautas y asignación de recursos por mantenimiento.

2.1. Flow Sheet operacional del Cliente: Operador Minero.

En figura Nº 2.3, se presenta el flowsheet operacional del un operador minero cuya integración es desde mina a puerto, el output final es concentrado de cobre. A modo de ejemplo se pueden citar operaciones de este tipo como Minera los Pelambres, Minera Escondida, Minera Candelaria, otros.

Para mayor detalle del proceso productivo consultar capítulo V producción.

2.2. Flow Sheet operacional: Servicios De Mantenimiento.

En figura N° 2.3, se presenta el flowsheet operacional para los servicios de mantenimiento especializado en las disciplinas eléctricas e instrumentación que HighService mantiene contratado con operadores mineros. Estos servicios entran como un recurso a las diferentes fases del proceso productivo del operador minero dependiendo de los alcances contractuales.

Ventas: Unidad de contratos encargada de visitar clientes, preparar propuestas en el ámbito de los servicios eléctricos e instrumentación.

Planificación: Departamento de programación del mantenimiento (corto, mediano y largo plazo), unidad encargada de elaboración de estándares de trabajo, procedimientos, control y consumo de repuestos de acuerdo a los estándares definidos por cliente y experiencia en el proceso. El output de esta actividad alimenta la unidad de ejecución del mantenimiento. Se trabaja con programación extendida en base a carta Gantt (Microsoft Project, primavera) y asignación de ordenes de trabajo mediante software de administración de activos como son Elipse o SAP.

Ejecución: Corresponde a la realización de las actividades de mantenimiento programado y correctivo que demanden los distintos equipos (motores, instrumentos de proceso, salas eléctricas, transformadores, líneas de distribución, convertidores electrónicos, etc). Considera personal atención pronta respuesta en jornada de 24 horas, personal de mantenimiento programado en jornada diurna. También dentro de este equipo se cuenta con personal para mantenimiento sintomático, preventivo basado en condiciones, rutinas de control de temperaturas vía imágenes termográficas de salas eléctricas, vibraciones, análisis cromatografico de aceites.

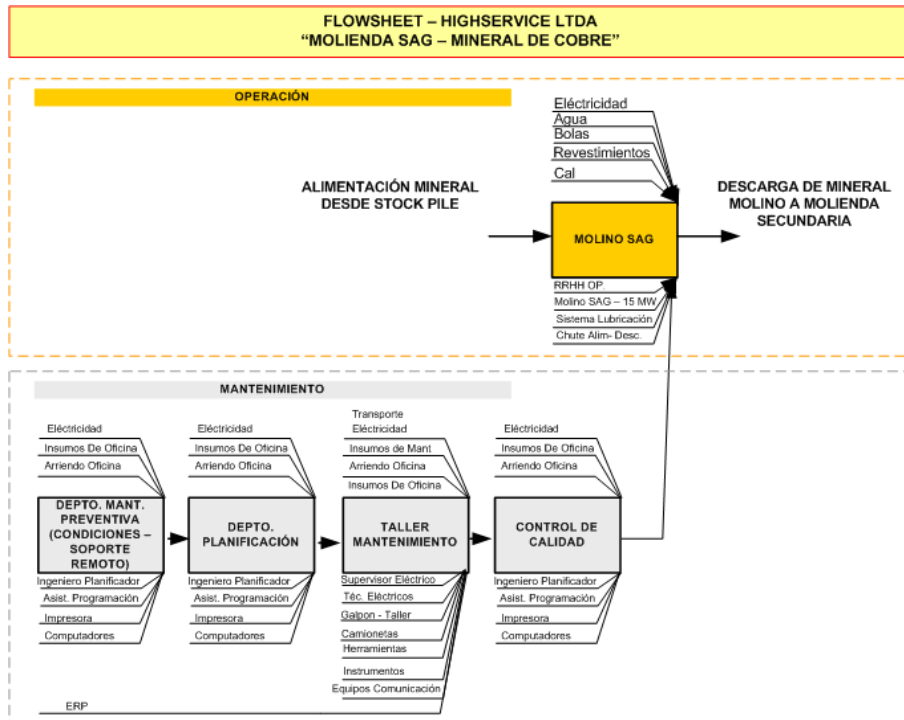
Post Ventas: Unidad de entrega de servicios al cliente, control de calidad y cierre de ordenes de trabajo, emisión de informes técnicos. Esta actividad alimenta a la unidad de ventas para la elaboración de estado de pago por los servicios entregados.

2.3. Flow Sheet operacional: Servicios Molienda SAG.

A continuación, en figura N° 2.4, se presenta el Flow Sheet operacional del servicio integral de molienda SAG, este se integra con el Flow Sheet operacional del servicio de mantenimiento, La actividad primaria integrada a las actividades de mantenimiento guarda relación con la facility molino SAG.

Molienda SAG: El molino SAG es el encargado de realizar el proceso de reducción de tamaño de mineral sulfuro de cobre proveniente desde la actividad de chancado primario con una granulometría promedio de 200 mm a un output de 15 mm en promedio. Se identifica en esta etapa el mantenimiento y operación del molino SAG. Dentro del mantenimiento se encuentran los repuestos, insumos, equipos y mano de obra para su mantención y dentro de la operación energía eléctrica, bolas 5”, cal, agua y revestimientos necesarios para su funcionamiento.

Figura N° 2.4: Flowsheet operacional – Servicios de mantenimiento.⁹



2.4. Cadena De Valor - HighService (Servicios de mantenimiento).

Se ha definido la cadena de valor tomando como base el Flow Sheet operacional (ver figura N° 2.4), incorporando los objetivos estratégicos y las actividades de la cadena de valor de los servicios de mantenimiento especializado en las disciplinas eléctricas e instrumentación. Dichos objetivos estratégicos se encuentran alineados con los objetivos estratégicos del cliente.

⁹ Fuente: Elaboración Propia

2.4.1. Objetivos Estratégicos.

- ✚ Disponibilidad de Equipos.
- ✚ Continuidad operacional proceso productivo del cliente.

2.4.2. Actividades Primarias.

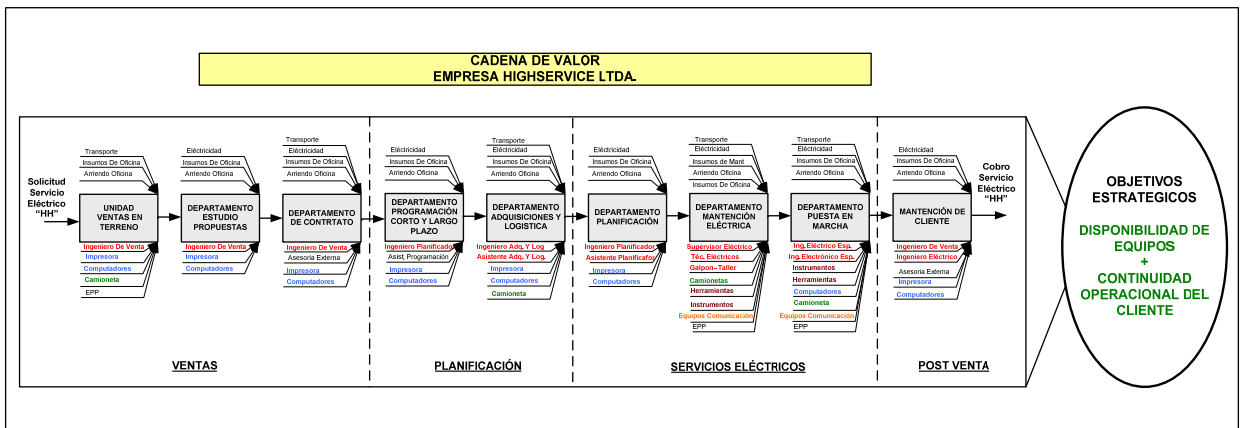
Identificación de actividades primarias, grupos de facility que pueden ser subcontratadas. El hecho de subcontratar dependerá de la comparación de hacerlo internamente (MAKE) con la alternativa de sub-contratar (BUY) en el mercado “Make or Buy”, Conceptualmente debemos estar siempre comparándonos con el mercado (benchmarking). Si el mercado es más eficiente que mi empresa en ciertas actividades, dichas actividades debo subcontratarlas.

- ✚ Departamento de Ventas.
- ✚ Departamento de planificación.
- ✚ Departamento de Servicios de mantenimiento.
- ✚ Post Venta.

Análisis Funcional.

En el caso de la empresa HighService Ltda, estas cuatro actividades principales se realizan en forma interna “mejores que el mercado”, solo actividades secundarias, como son servicio al personal “estadía, transporte, alimentación” son subcontratadas.

Figura Nº 2.5: Cadena de valor.¹⁰



2.4.3. Análisis De Recursos y Capacidades De La Cadena De Valor.

Por **Recursos** entendemos los activos productivos de la empresa, estos pueden ser tangibles o intangibles, los recursos por si solo no generan **ventaja competitiva** a menos que sean escasos, deben trabajar de forma conjunta para crear una **capacidad organizativa**.

¹⁰ Fuente: Elaboración Propia

Identificación de “**RECURSO ESCASOS**”

- ✚ Experiencia.
- ✚ Reputación “prestigio”.

Identificación de “**RECURSO EN EXCESO**”

- ✚ Bodega “Repuestos”.
- ✚ Taller de mantenimiento correctivo.
- ✚ Mano de obra altamente calificada y especializada.
- ✚ Alta disponibilidad de equipos en el proceso productivo integrando mejora continua.

CAPACIDADES la combinación de recursos (que constituyen una función de producción) que se puede rentabilizar. Competencia distintiva => **VENTAJAS COMPETITIVAS.**

- ✚ Alta disponibilidad de equipos.
- ✚ Bajo tiempo medido entre falla (Pronta respuesta).
- ✚ Personal especializado.
- ✚ Mantenimiento sintomático.

INCAPACIDADES “aquellos productos o servicios que el mercado es más eficiente en producir y rentabilizar”

- ✚ Administración de Bodega “stock de repuestos”.

MAPA DE RECURSOS Y CAPACIDADES: En figura N° 2.6, se muestra el sistema de actividades de HighService Ltda (servicios de mantenimiento).

La integración de las actividades principales y las secundarias de HighService Ltda, permiten a la compañía cumplir con su objetivo estratégico de brindar un servicio de mantenimiento diferenciado alta disponibilidad y continuidad operacional a los equipos e instalaciones del cliente. Este enlace ha sido fundamental para que la empresa desarrolle y utilice las “Ventajas Competitivas” (las cuales lo distinguen de sus competidores):

- ✚ Indicadores de disponibilidad eléctrica de equipos de 99%.
- ✚ Cultura organizacional.

Las cuales aportan al logro de los objetivos estratégicos indicados en la “cadena de valor”.

Del esquema “sistema de actividades” debemos construir las funciones de producción que correspondan.

Figura Nº 2.6: Mapa de recursos y capacidades – Servicio de Mantenimiento.¹¹

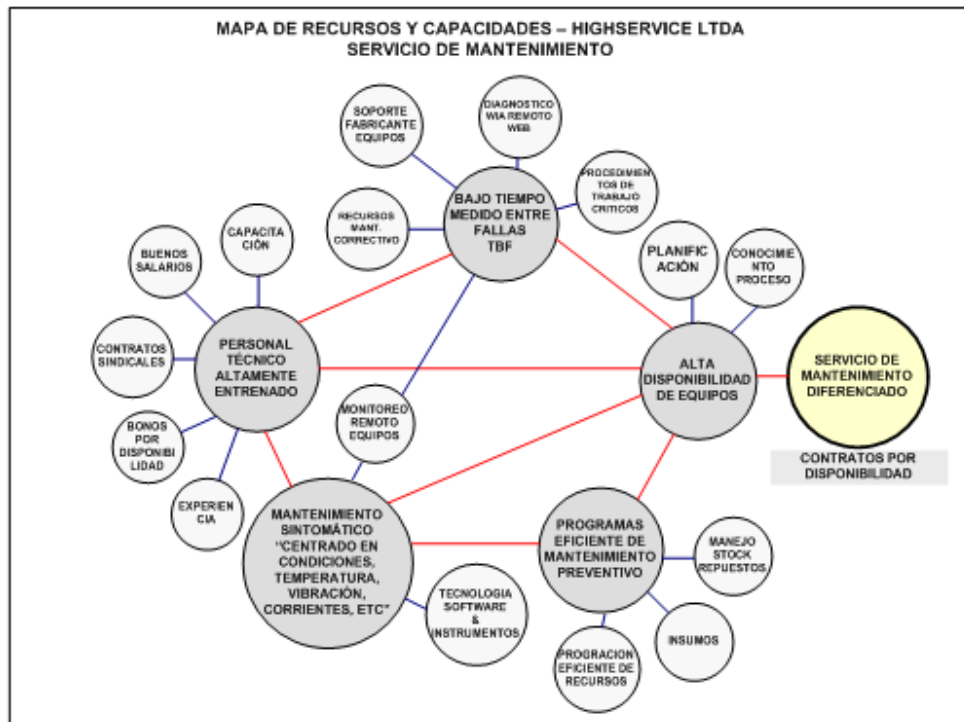
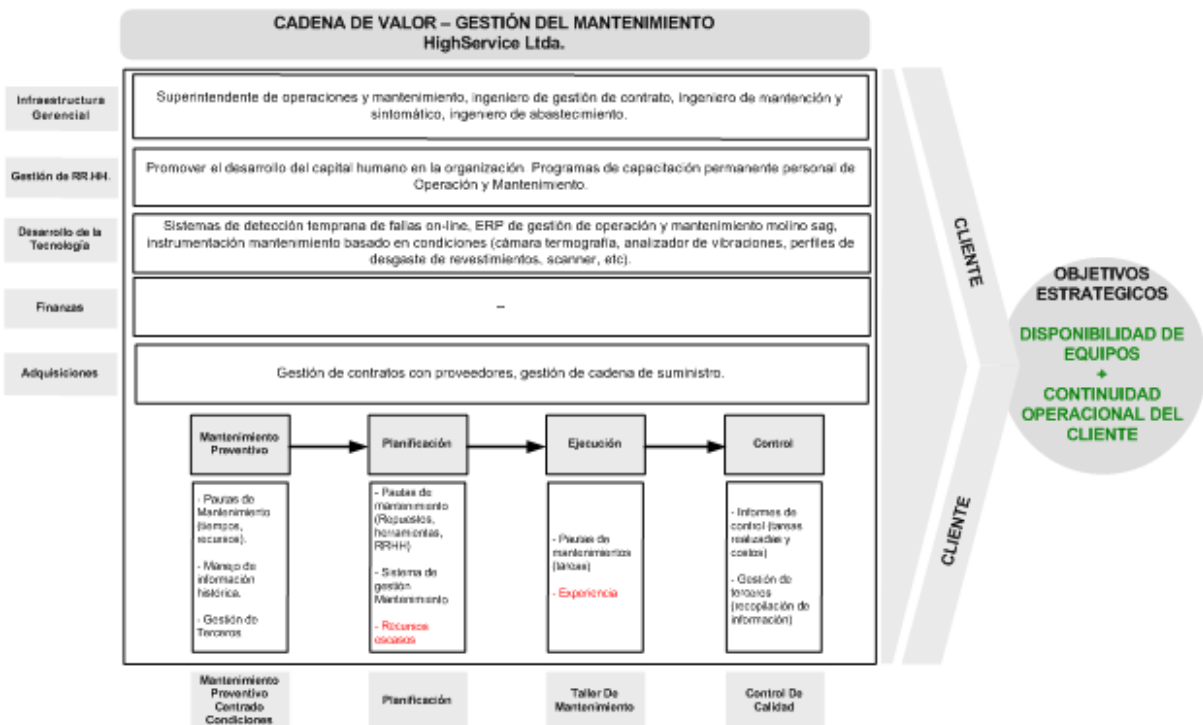


Figura Nº 2.7: Cadena de valor - Servicio de Mantenimiento.



¹¹ Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 2.8: Mapa de recursos y capacidades – Servicio de Molienda SAG.¹²

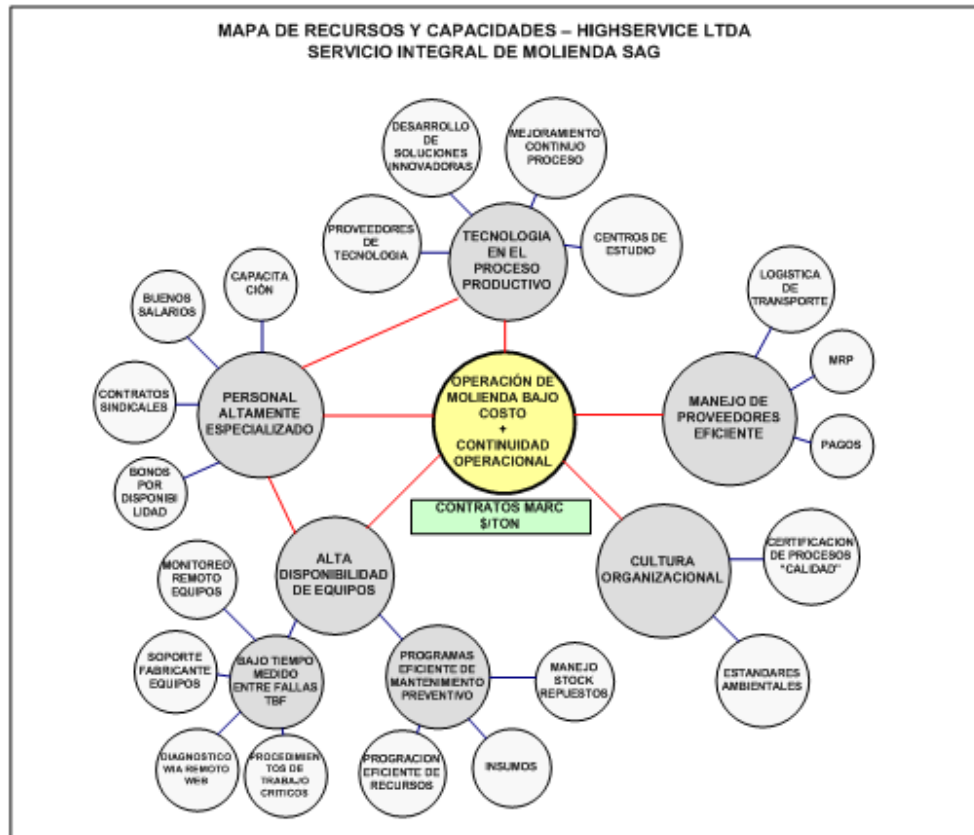
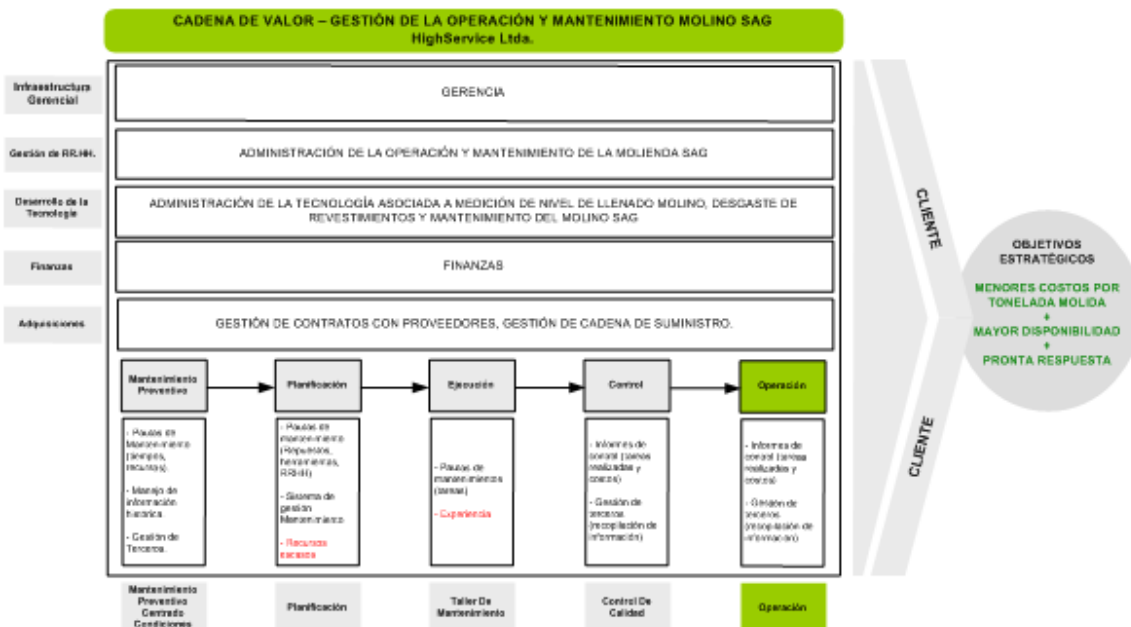


Figura N° 2.9: Cadena de valor – Servicio de Molienda SAG.



¹² Fuente: Elaboración Propia

2.4.4. Análisis de fortalezas y debilidades.

Benchmarking, es una herramienta poderosa que permite hacer una valorización cuantitativa de la actuación de la empresa respecto de sus competidores, usando las capacidades. El Benchmarking consiste en un proceso de identificación, comprensión y adaptación de las prácticas sobresalientes de cualquier organización del mundo que pueda ayudar a mejorar los resultados, por lo tanto, desarrolla un papel clave en la mejora de la empresa.

FORTALEZAS:

En el caso de HighService Ltda, en la actividad en la que sobresale de la industria es la habilidad para integrar **“experiencia “know-how” + planificación + tecnología + contacto con fabricantes + conocimiento del proceso productivo”** y traducirlo en un servicio de bajo costo y con alta disponibilidad (para mayor detalle ver mapa de actividades en figura N° 2.6).

El servicio de mantenimiento es por naturaleza intensivo en mano de obra “HH”, el desarrollo de la tecnología tanto en materiales con enfoque en “mantenimiento correctivo” y tecnología en el monitoreo de condiciones con enfoque en “mantenimiento predictivo”, nos permitirán disminuir la cuantía de recurso humano y por otro lado se acrecentara la necesidad de contar con personal cada vez más especializado en el manejo de las nuevas tecnologías.

Una tendencia creciente en la industria del mantenimiento, guarda relación con el involucramiento de los proveedores de tecnología “equipos” con el proceso productivo “performance -> disponibilidad”. Es en este frente donde existe un potencial de crecimiento y desarrollo importante, actualmente se está trabajando con los principales proveedores de molinos SAG “Siemens y ABB” para generar contratos de prestación de servicios de mantenimiento “post venta” en forma directa con los distintos operadores mineros. Claramente esto obedece a una estrategia del tipo “Buy” por el lado del proveedor y comprador de tecnología.

DEBILIDADES:

Una debilidad importante tiene relación con que HighService actualmente no cuenta con representación o reconocimiento formal de parte de los fabricantes de equipos como servicio post venta validado. Mayor integración por los fabricantes en los servicios post venta de mantenimiento implica una pérdida de competitividad para HighService.

2.5. Análisis Estratégico.

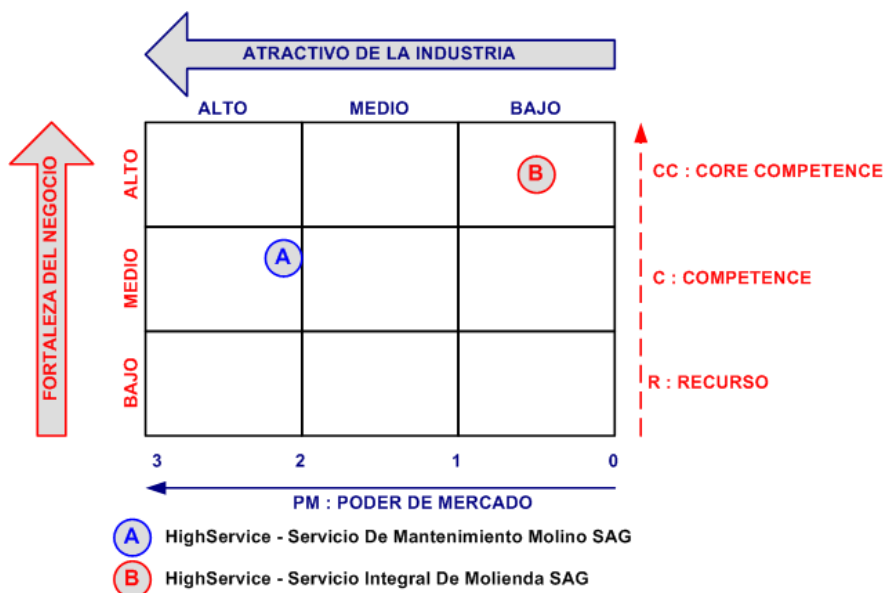
2.5.1. Matriz atractivo de la industria – fortaleza del negocio.

Finalmente, llevamos el análisis externo e interno a la matriz de atractivo de la industria versus fortaleza del negocio, en la figura N° 2.10, tenemos la matriz resultante del posicionamiento de los negocios según el atractivo de la industria en el medio externo y las fortalezas de los negocios en el medio interno:

Negocio A: Servicio de mantenimiento eléctrico e instrumentación.

Negocio B: Servicio integral de operación de molienda SAG (Proyecto).

Figura N° 2.10: Matriz Atractivo de la industria, fortaleza del negocio



Fuente: Elaboración Propia

En esta matriz, de la Figura N° 2.10, la flecha horizontal identifica el “atractivo de la industria”, la cual está asociada al poder de mercado (suma del valor agregado calculado en análisis de la Supply Chain 3.55), este parámetro es un indicador de la “diferenciación”. En el sentido vertical se identifica las “fortalezas de la empresa” las cuales dependen de la escasez de recursos y las capacidades.

Posicionamiento: HighService como empresa de servicio de mantenimiento se ubica dentro de la matriz en el extremo medio izquierdo, lo anterior se fundamenta en el poder de mercado que posee dentro de la Supply Chain (PM: 2.01). La fortaleza del negocio es media dado el alto nivel de competencia con los servicios post venta de los fabricantes de equipos. Lo anteriormente expuesto está representado por el punto A en la matriz, figura N°2.10.

Reposicionamiento: Considerando el actual posicionamiento, se puede visualizar que al entrar en el negocio de la operación integral de molino SAG, HighService podrá posicionarse en el cuadrante extremo superior derecho. Esto se logra efectuando una integración horizontal dentro de la Supply Chain, donde el mercado de la operación de molino SAG posee el menor valor, lo cual le permite a HighService reposicionarse dentro de la matriz.

2.5.2. Acción estratégica “proyecto”.

El proyecto consiste en ofrecer un nuevo producto, para lo cual la empresa requiere integrarse verticalmente en la Supply- Chain, haciendo las inversiones necesarias para adquirir los recursos y capacidades para hacer el cambio tecnológico que la estrategia requiere.

Cambio de modelo de negocio “Integración horizontal”

Negocio actual – Servicio de Mantenimiento “Eléctrico e Instrumentación”

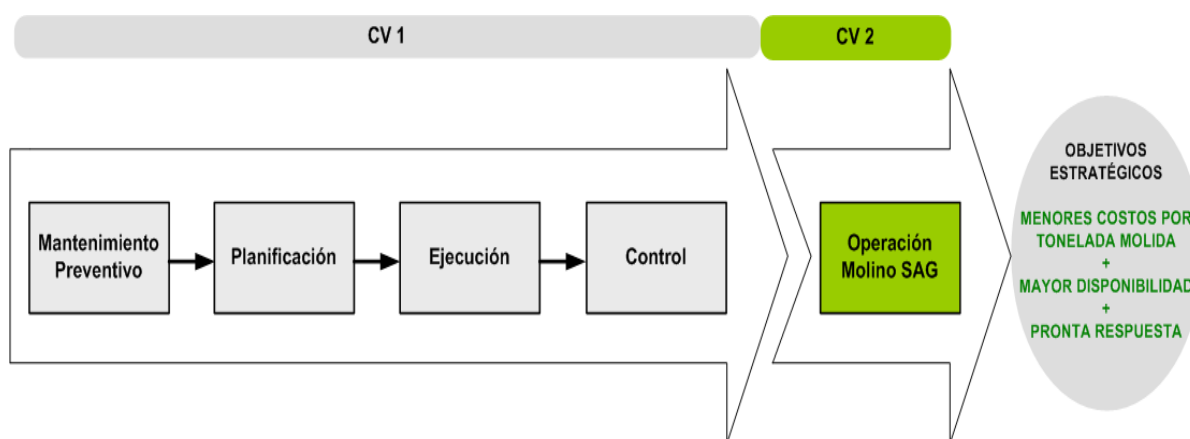
Negocio Futuro – Servicio Integral de Molienda SAG.

“Cobro por tonelada de mineral procesada - Molida”

Objetivo Estratégico Proyecto: Molienda SAG, con reducción en los costos actuales en un 10% por tonelada de mineral procesada, mayor disponibilidad y pronta respuesta.

En la figura N° 2.11, se muestra la integración horizontal de HighService, de acuerdo al reposicionamiento estratégico, cadena de valor uno (CV1) tiene relación con los servicios de mantenimiento a molino SAG y cadena de valor dos (CV2) con la operación de molino SAG.

Figura N° 2.11: Proyecto HighService Ltda.¹³



2.5.3. Caracterización del proyecto.

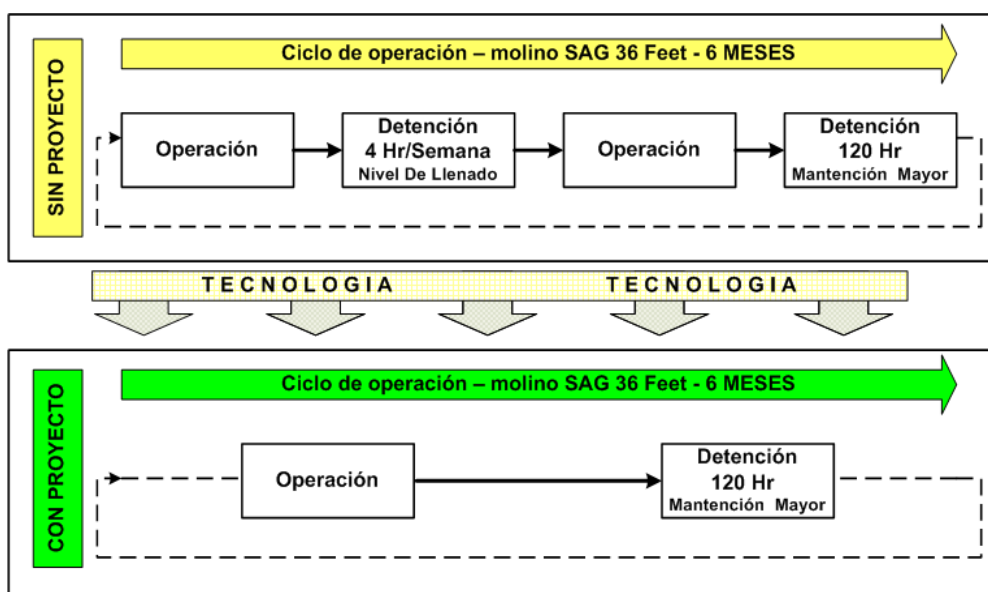
El proyecto busca como estrategia lograr especialización, o capacidades en la molienda SAG, lo cual implica que esto se lleva a cabo a través de la aplicación de tecnología en el proceso y mantenimiento sintomático. La incorporación de tecnología nos permitirá desarrollar los objetivos estratégicos de bajo costo, disponibilidad y pronta respuesta asociados al proyecto.

¹³ Fuente: Elaboración Propia

Objetivos Estratégicos

- ✚ Molienda SAG, con reducción en los costos actuales en un 10% por Tonelada de mineral procesada.
- ✚ Continuidad operacional “pronta respuesta”
- ✚ Alta Disponibilidad de equipo para molienda.

Figura N° 2.12: Ciclo de operación, mantención Molino SAG (con y sin proyecto).¹⁴



Detención 4 Hrs/Semana: Esta etapa tiene relación con la inspección y medición del nivel de llenado en bolas del molino SAG, esta actividad se realiza rutinariamente una vez por semana y tiene como finalidad el ajustar los sistemas de control de proceso asociada al molino SAG, en la actualidad el sistema carece de una señal de control para ajuste automático del perfil volumétrico del molino durante la operación. La introducción de tecnología en esta actividad se traduce en una optimización de nivel de llenado molino SAG durante la operación (Velocidad, Mineral, Bolas, Cal, Agua), dicha optimización redundante en un uso eficiente de la energía eléctrica y bolas metálicas 5". El ahorro de las 4 horas de detención se traduce en mayor disponibilidad del molino SAG para producción lo que se traduce en mayor procesamiento de mineral. Ver figura N° 2.12, ciclo de operación, mantención Molino SAG.

Este proyecto se basa en la incorporación de tecnología “Sensor Electrónico de Desgaste SED wireless” usando el mismo perno de sujeción de revestimientos al cilindro, como se muestra en la figura N° 2.13 y 2.14. Actualmente la empresa HighService Ltda, se encuentra en fase de prueba y comercialización de esta mejora a los procesos de “Molienda SAG”.

¹⁴ Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 2.13: Sensor Electrónico de Desgaste SED.¹⁵

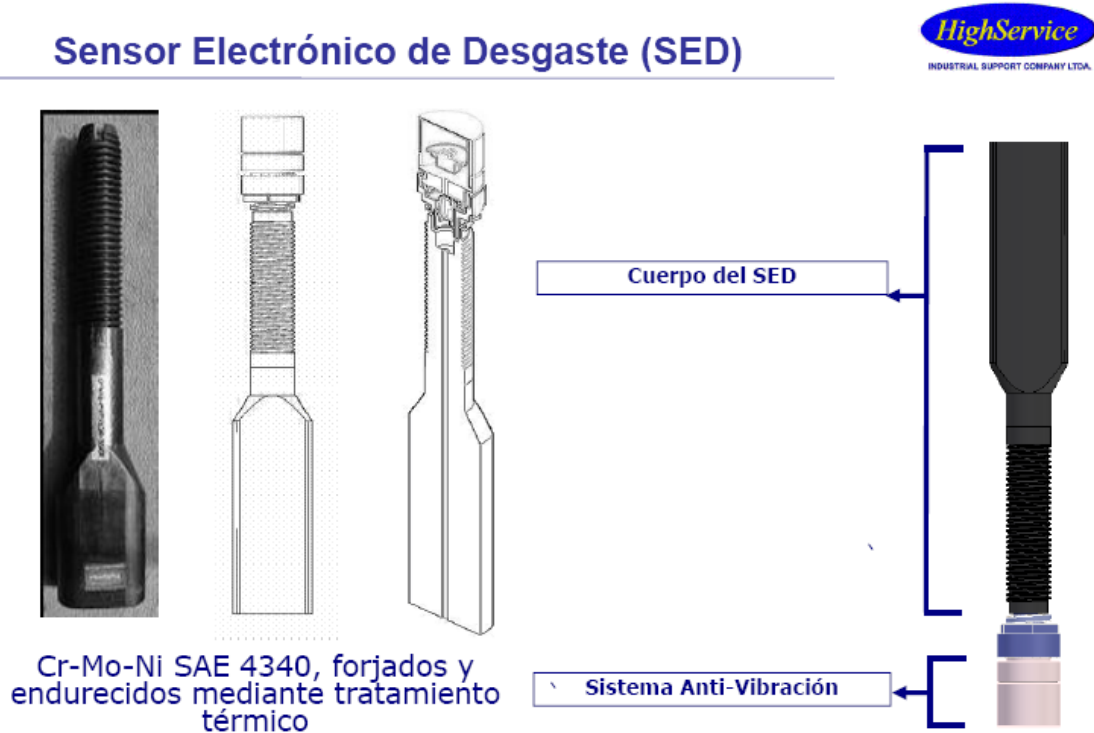


Figura N° 2.14: Instalación Sistema - Sensor Electrónico de Desgaste SED.¹⁶



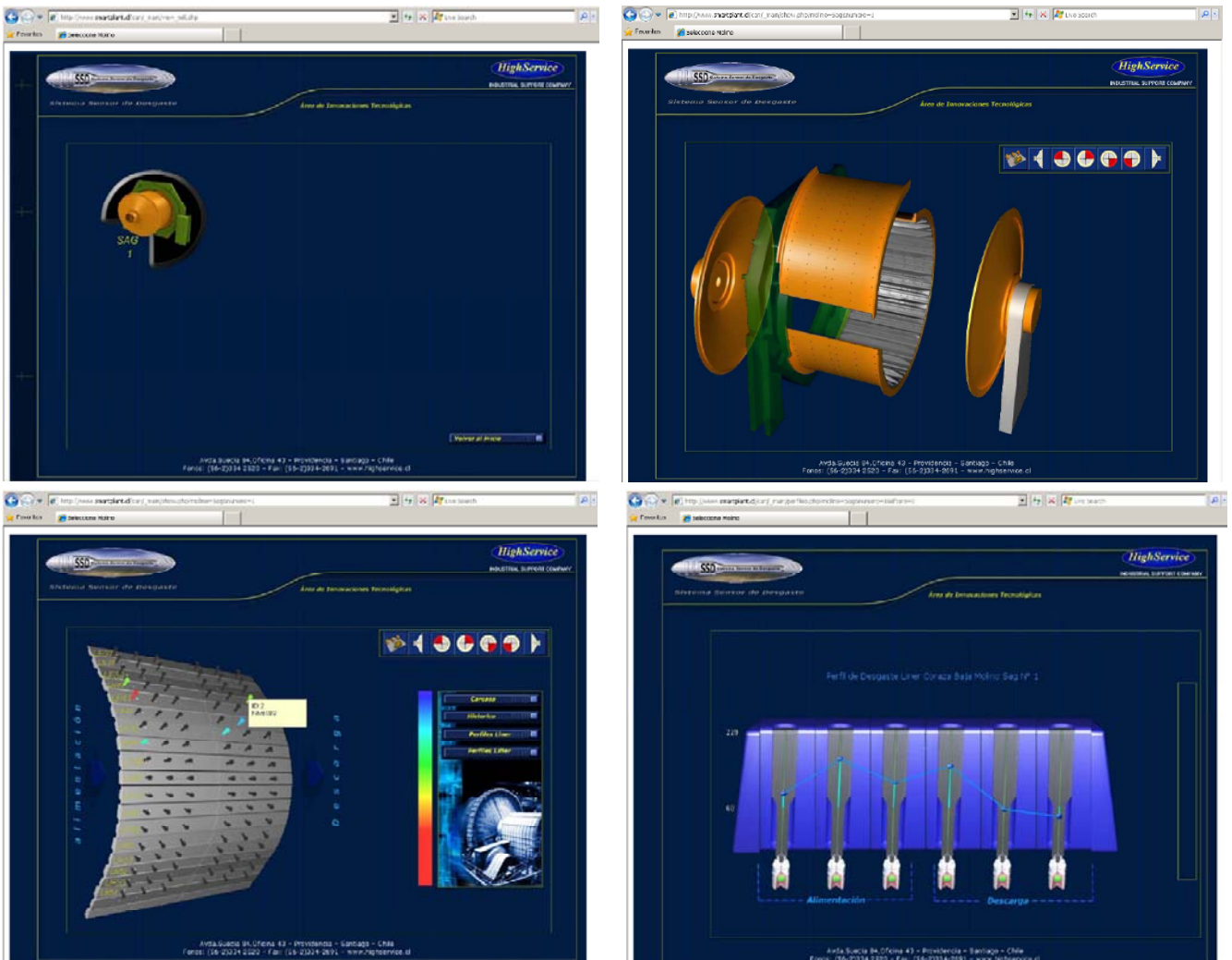
En la figura N° 2.15, se presenta la interface WEB de reportabilidad de desgaste de revestimiento e indicación de nivel de llenado del molino SAG.

¹⁵ Fuente: Highservice Ltda. Gerencia Innotech. Consultar anexo 1.

¹⁶ Fuente: HighService Ltda. Gerencia Innotech. Instalación Minera Escondida Planta Laguna Seca.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Figura N° 2.15: Unidad de análisis de desgaste SED – Datos a cliente vía WEB.¹⁷



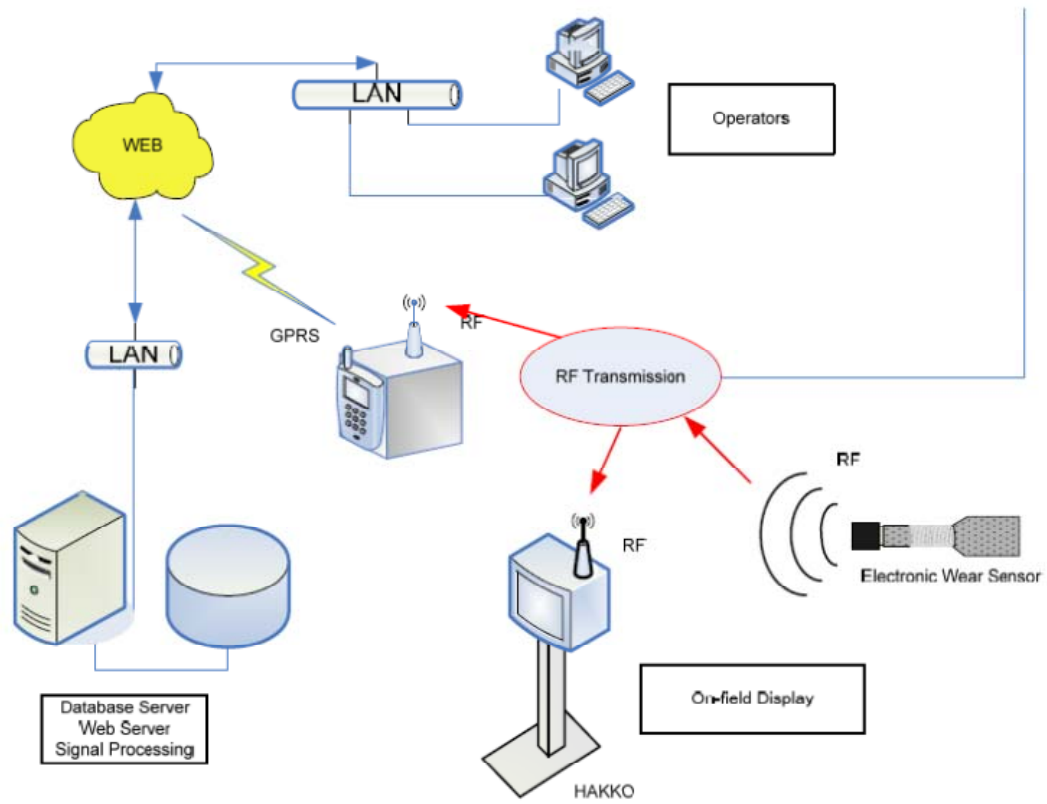
La figura N° 2.16, se detalla el esquema de trasmisión de datos desde el elemento perno sensor a sistema de procesamiento y reportabilidad de datos para elaborar el perfil de desgaste y medición del nivel de llenado del molino.

Como medio de transferencia de datos desde el perno sensor se usan redes de radio frecuencia (RF), también la arquitectura de hardware permite la conectividad remota GPRS¹⁸ para soporte en línea, monitoreo, diagnostico y configuración desde oficina central

¹⁷ Fuente: Highservice Ltda. Gerencia Innotech. Instalación Minera Escondida Planta Laguna Seca.

¹⁸ GPRS : General Packet Radio Service (uso de red de telefonía celular).

Figura Nº 2.16: Diagrama de transmisión de datos análisis y reportabilidad sistema SED.³



III. Estrategias Comerciales

1. Estimación de la demanda.

Con la finalidad de estimar la demanda de mercado “**Molienda SAG**”, con horizonte de 5 años (2016), se establece una segmentación del mercado nacional de procesamiento de minerales de cobre. Se divide en dos variables (cuatro segmentos):

- De acuerdo a su clasificación geológica, primero **óxidos de cobre** y segundo **sulfuros de cobre**, de acuerdo a los indicadores de producción 2010 - 2011 “Ton Cu Fino”¹⁹, las plantas de procesamiento de óxidos de Cu tienen una participación del 36% y el 64% restante está asociado a plantas de procesamiento de sulfuros de Cu.
- Nivel de procesamiento “Kton/día”, obteniendo tres sub segmentos, gran, mediana y pequeña minería. Tanto para los óxidos como para los sulfuros.

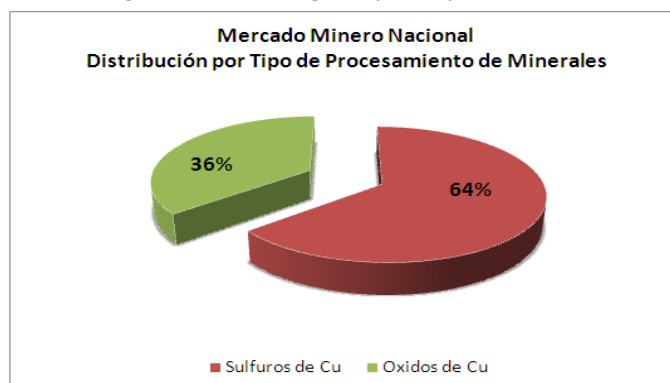
El segmento que nos interesa poder cuantificar es el de sulfuros de cobre- gran minería, pues en dicho segmento es donde se encuentran las aplicaciones de **Molienda SAG**. Las actuales aplicaciones en operación constituyen la “Base instalada” y los nuevos proyectos de inversión están asociados a “clientes futuros”, en el Cuadro N° 3.1 se presenta el segmento elegido.

Cuadro N° 3.1: Segmentación Clientes “Molienda SAG”. Gran minería, procesamiento de sulfuros de cobre⁷.



¹⁹ Informe de Comisión Chilena Del Cobre COCHILCO, Inversión en la Minería Chilena del Cobre y del Oro, Proyección del período 2010 – 2015

Figura N° 3.1: Segmentación gran minería, según tipo de procesamiento de minerales de cobre⁷.



1.1. Molienda SAG “Base Instalada” mercado nacional.

A continuación, en el cuadro N° 3.2, se presenta el detalle de las aplicaciones de molienda SAG que constituyen la demanda base instalada de aplicaciones de “Molienda SAG” = 24.

Cuadro N° 3.2: Base instalada de molinos SAG en Chile²⁰.

OPERADORES MINEROS Base Instalada al 2010 - Molienda SAG							
EMPRESA	PROYECTO	REGIÓN	SECTOR	Fabricante Molino	Fabricante Motor	Molinos SAG	PROCESAMIENTO Kton/día x Mol
ANTOFAGASTA MIN.	Los Pelambres - Fase I	IV	Gran Min.	FLSmith	Siemens	2	65
ANTOFAGASTA MIN.	Los Pelambres - Fase II	IV	Gran Min.	FLSmith	Siemens	2	70
ANTOFAGASTA MIN.	Minera Esperanza	II	Gran Min.	FLSmith	ABB	2	45
CODELCO	Division Andina - Fase I	V	Gran Min.	Metso	Siemens	1	35
CODELCO	Division Andina - Fase II	V	Gran Min.	Metso	ABB	1	30
CODELCO	Division Chuquicamata	II	Gran Min.	Metso	Siemens	2	40
CODELCO	Division El Teniente I	VI	Gran Min.	Metso	Siemens	1	30
CODELCO	Division El Teniente - ACB I	VI	Gran Min.	Metso	Siemens	3	55
CODELCO	Division El Teniente - ACB II	VI	Gran Min.	Metso	Siemens	1	55
BHP BILLITON	Escondida Fase V	II	Gran Min.	FLSmith	ABB	4	75
TECK	Carmen de Andacollo	IV	Gran Min.	FLSmith	ABB	1	45
COLLAHUASI	Fase I	I	Gran Min.	FLSmith	ABB	1	45
ANGLO AMERICAN	Los Bronces	RM	Gran Min.	Metso	Siemens	1	70
FREEPORT MC MORAN	Candelaria	III	Gran Min.	FLSmith	Siemens	2	42
Total Base Instalada						24	

1.2. Proyección Molinos Sag “Nuevos Proyectos” mercado nacional.

Para poder estimar las futuras aplicaciones “Molienda SAG”, se deben de analizar algunas variables, tales como las siguientes:

- ✚ Demanda Internacional de Concentrado de Cu.
- ✚ Precio Cu (cUSD /Lb), Mediano y Largo Plazo.
- ✚ Niveles de Stock mundiales, etc.

²⁰ Compendio de la minería chilena 2011, Centro de estudios minería chilena, editorial Editec.

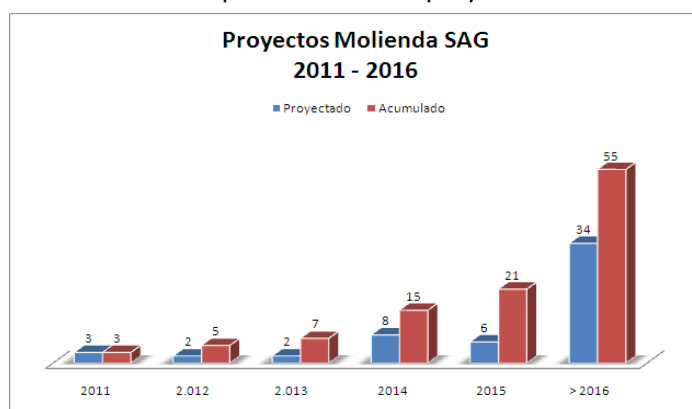
Dado que lograr recopilar la información, estudiar cada una de estas variables y su interrelación es un trabajo complejo y no fácil de realizar, en esta etapa nos guiaremos por la cartera de proyectos de inversión futura, que de una u otra forma ya tiene indexadas todas estas variables anteriormente mencionadas. Dicha cartera de proyectos la encontramos disponible en la Comisión chilena del cobre COCHILCO⁹, en términos generales se presenta la información de acuerdo al monto de inversión, nivel de procesamiento, fase de ejecución del proyecto.

Con la finalidad de obtener la cuantía de aplicaciones “Molienda SAG”, recurrimos a nuestra segmentación informada en el cuadro resumen N° 3.1, el resultado de la aplicación de dicha segmentación nos entrega el cuadro resumen N° 3.3 con el detalle de las aplicaciones proyectadas de molinos SAG a entrar en operación hasta el año 2016, que en total suman 55 unidades SAG.

1.2.1. Proyección nuevos proyectos de Molienda SAG.

Del detalle de las inversiones presentadas en el cuadro N° 3.3, se grafica en la figura N° 3.2.

Figura N° 3.2: Demanda potencial nuevos proyectos de molienda SAG²¹.



²¹ Informe de Comisión Chilena Del Cobre COCHILCO, INVERSIÓN EN LA MINERÍA CHILENA, Cartera de Proyectos de Julio 2011.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Cuadro Nº 3.3: Proyectos de inversiones en la minería chilena²².

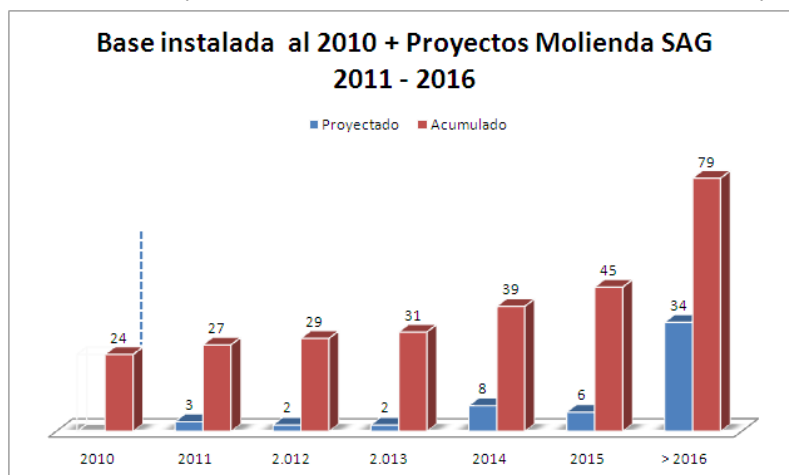
COCHILCO - Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios y Políticas Públicas INVERSIÓN EN LA MINERÍA CHILENA Cartera de Proyectos DE / 07 / 2011								SEGMENTACION MERCADO		
Año Puesta en Marcha	EMPRESA	PROYECTOS	REGIÓN	SECTOR	TIPO	CONDICIÓN	INVERSIÓN (Mill US\$)	Sulfuros	Oxido	Molinos SAG
2.011	ANGLO AMERICAN	Los Bronces Exp. a 160 KTPD	RM	Gran Min.	Expansión	Construcción	2.500	x		3
	FREEMPORT MC MORAN	El Abra Sulfóxido	II	Gran Min.	Reposición	Construcción	725		x	0
	BHP BILLITON	Escondido Nueva Pila Biolixiv.	II	Gran Min.	Reposición	Construcción	384		x	0
2.012	COLLAHUASI	Expansión Fase I	I	Gran Min.	Expansión	Construcción	750	x		2
	BHP BILLITON	Escondido Reloc. Chancador	II	Gran Min.	Reposición	Construcción	554	x		0
	XSTRATA	Extensión Lomas Bajos II	II	Gran Min.	Reposición	Construcción	293		x	0
2.013	BARRICK	Pascua	III	Oro	Nuevo	Construcción	1.500	x		2
	BHP BILLITON	Escondido Nueva Pila Lixiv. Óx.	II	Gran Min.	Reposición	Probable	426		x	0
	CAN-CAN	Diego de Almagro- Lixiv.	III	Med. Min.	Nuevo	Posible	107		x	0
2.014	PAN PACIFIC COPPER	Casapene	III	Gran Min.	Nuevo	Construcción	2.000	x		3
	CODELCO Div MH	Mina Ministro Hales	II	Estatad	Nuevo	Construcción	2.515	x		2
	AMTOFAGASTA MIN.	Antucoya	II	Gran Min.	Nuevo	Posible	350		x	0
	FAR WEST	Santo Domingo	III	Gran Min.	Nuevo	Posible	341		x	0
	PANAUST	Inca de Oro	III	Med. Min.	Nuevo	Posible	600	x		1
	KINROSS	Lobo - Marte	III	Oro	Nuevo	Posible	575	x		2
	CODELCO Div Salv.	San Antonio Óxidos	III	Estatad	Nuevo	Posible	317		x	0
	CAN-CAN	Diego de Almagro- Conc.	III	Med. Min.	Nuevo	Posible	120		x	0
2.015	GOLDCORP	El Morro	III	Oro	Nuevo	Probable	2.500	x		3
	QUADRA FXN MINING	Sierra Gorda	II	Gran Min.	Nuevo	Posible	2.500	x		3
	CODELCO Div Chuqui.	Guatona	II	Estatad	Nuevo	Posible	620		x	0
Después del 2015	TECK	Guebrada Blanca Hipógeno	I	Gran Min.	Nuevo	Probable	3.000	x		2
	CODELCO Div. TTE.	Nuevo Nivel Mina	VI	Estatad	Reposición	Probable	2.790	x		3
	BHP BILLITON	Escondido Fase V	II	Gran Min.	Expansión	Probable	2.514	x		5
	CODELCO Div Chuqui.	Chaquecrista Subterránea	II	Estatad	Reposición	Probable	2.200	x		3
	CODELCO Div. Andina	Expansión a 244 Ktpd (Fase II)	V	Estatad	Expansión	Posible	6.400	x		6
	AMTOFAGASTA MIN.	Districto Sierra Gorda	II	Gran Min.	Nuevo	Posible	6.000	x		5
	BARRICK	Cerro Casale	III	Oro	Nuevo	Posible	5.250	x		3
	TECK	Rolicho	III	Gran Min.	Nuevo	Posible	3.000	x		3
	COLLAHUASI	Expansión Fase II	I	Gran Min.	Expansión	Posible	2.450	x		2
CODELCO Div RT	Sulfuros Fase II	II	Estatad	Nuevo	Posible	1.346	x		2	
			Sub Total Proyectos principales				56.427			
			Otros proyectos				7.744			
			TOTAL INVERSIÓN EN MINERÍA DEL COBRE Y ORO - PLATA				64.171			
								Total Molino SAG	55	

²² Informe de Comisión Chilena Del Cobre COCHILCO, INVERSIÓN EN LA MINERÍA CHILENA, Cartera de Proyectos de Julio 2011.

1.3. Demanda Mercado “Molienda SAG”.

La demanda de mercado se presenta en la Figura N° 3.3, está constituida por las aplicaciones de molinos SAG actualmente en operación “Base Instalada” más las aplicaciones proyectadas en el mediano plazo “Proyectos Molino SAG”.

Figura N° 3.3: Demanda potencial molienda SAG (base instalada + nuevos proyectos)¹¹.



1.4. Estimación de la demanda de la Empresa – Molienda SAG.

Una vez determinada la demanda de mercado, se requiere definir el porcentaje de MarketShare que “HighService Ltda” dará el servicio de “Molienda SAG”. Claramente, esto tiene relación directa con los costos unitarios (USd/Ton) asociado a la operación de la molienda SAG, HighService Ltda dará servicio integral de molienda SAG a aquellos clientes que sus costos sean mayores a los declarados en el proyecto. Para cuantificar la demanda, e identificar a que clientes venderles (% Mercado objetivo) se trabajó en la estimación de estos costos unitarios, los cuales son presentados en el cuadro N° 3.4 y la Figura N° 3.4.

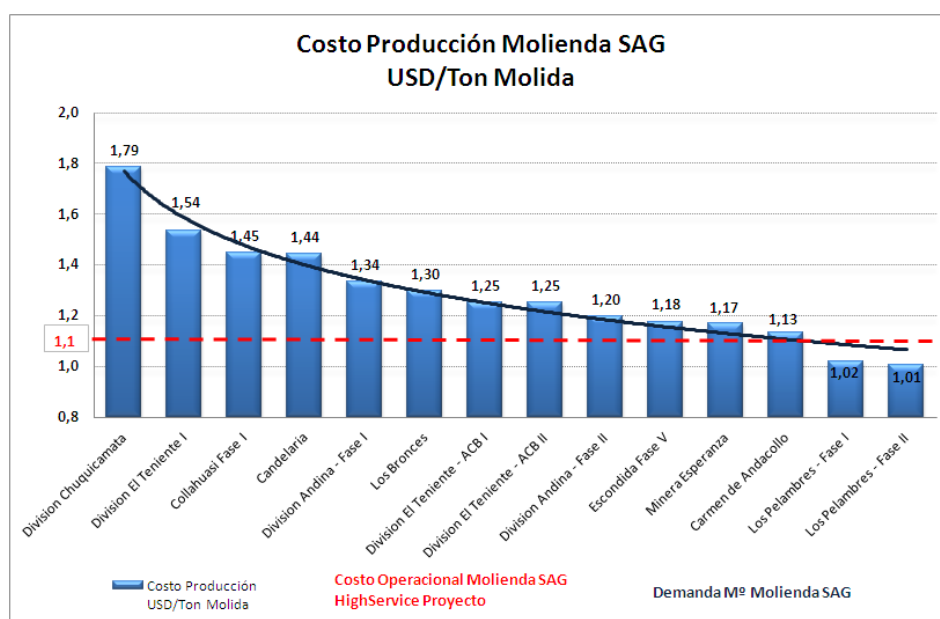
1.4.1. Costos Operacionales Operadores Molino SAG.

El Cuadro N° 3.4, contiene la clasificación de operadores mineros por nivel de costo operacional y participación de mercado molienda SAG. Demanda potencial en base a capacidad instalada.

Cuadro Nº 3.4: Benchmarking de costos unitarios molienda SAG en Chile²³.

OPERADORES MINEROS Costos Operacionales - Molienda SAG							
EMPRESA	PROYECTO	REGIÓN	Molinos SAG	PROCESAMIENTO Kton/día x Mol	PROCESAMIENTO Kton/día	% Prod	Costo Producción USD/Ton Molida
CODELCO	Division Chuquicamata	II	2	40	80	6,1%	1,788
CODELCO	Division El Teniente I	VI	1	30	30	2,3%	1,537
COLLAHUASI	Collahuasi Fase I	I	1	45	45	3,4%	1,450
FREEPORT MC MORAN	Candelaria	III	2	42	84	6,4%	1,444
CODELCO	Division Andina - Fase I	V	1	45	45	3,4%	1,335
ANGLO AMERICAN	Los Bronces	RM	1	70	70	5,3%	1,300
CODELCO	Division El Teniente - ACB I	VI	3	55	165	12,6%	1,254
CODELCO	Division El Teniente - ACB II	VI	1	55	55	4,2%	1,254
CODELCO	Division Andina - Fase II	V	1	30	30	2,3%	1,199
BHP BILLITON	Escondida Fase V	II	4	75	300	22,9%	1,177
ANTOFAGASTA MIN.	Minera Esperanza	II	2	45	90	6,9%	1,172
TECK	Carmen de Andacollo	IV	1	45	45	3,4%	1,134
ANTOFAGASTA MIN.	Los Pelambres - Fase I	IV	2	65	130	9,9%	1,019
ANTOFAGASTA MIN.	Los Pelambres - Fase II	IV	2	70	140	10,7%	1,008

Figura Nº 3.4: Estimación de demanda de la empresa en función de costos unitarios de de molienda SAG²⁴.



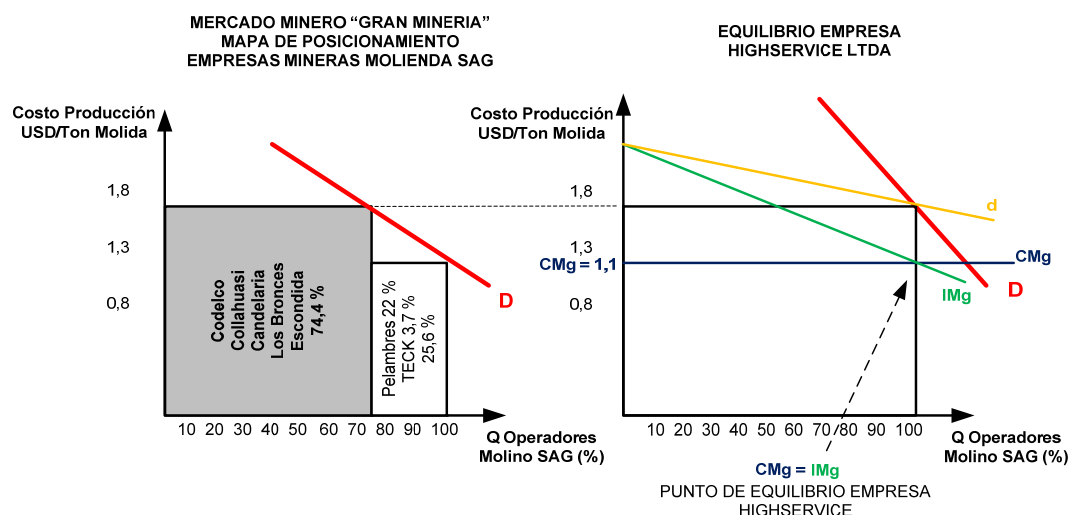
²³ Informe de Comisión Chilena Del Cobre Cochilco, costos operacionales en la minería Chilena, Informe Julio 2010.

²⁴ Equilibrio de Mercado se considera a HighService Ltda, Mercado en competencia monopolística.

1.4.2. Equilibrio de la Empresa y % de Mercado

Para conocer el porcentaje de mercado objetivo de HighService Ltda, se realiza el equilibrio microeconómico considerando un mercado en competencia monopolística. Figura N° 3.5.

Figura N° 3.5: Equilibrio de Mercado HighService Ltda, de acuerdo a nivel de demanda potencial "74.4%"²⁵.



1.4.3. Leverage Operación "Demanda base instalada molinos SAG".

Para conocer los niveles de apalancamiento financiero, se presentan los costos operaciones en promedio para una operación de molienda SAG tipo para un motor de 15 MWatt, molino 38x16 feet, son del orden de 1,1 (USD/Ton Molida. Cuadro N° 3.5

Cuadro N° 3.5: Costos de operación para HighService Ltda²⁶.

COSTOS DE OPERACIÓN MOLIENDA SAG - 60 DIAS	
Procesamiento Nominal	70 KTon/dia
Costos Operación	1,1 USD/Ton Molida
Producción 60 días	4200 KTon
Costos Operación 60 días	\$4.620.000 USD
Tasa de Cambio	\$535 CLP/USD
Costos Operación 60 días	\$2.471.700.000 CLP

²⁵ Equilibrio de Mercado se considera a HighService Ltda, Mercado en competencia monopolística.

²⁶ Informe de Comisión Chilena Del Cobre Cochilco, costos operacionales en la minería Chilena, Informe Julio 2010.

1.4.4. Leverage por Inversión “Demanda proyectos nuevos molienda SAG”.

Absorber demanda por aplicaciones proyectadas, significa que HighService Ltda debe realizar la inversión en activo “Molino SAG” más la inversión operación “Capital de Trabajo”. En el Cuadro N° 3.6, se presenta el costo de inversión en un nuevo molino SAG

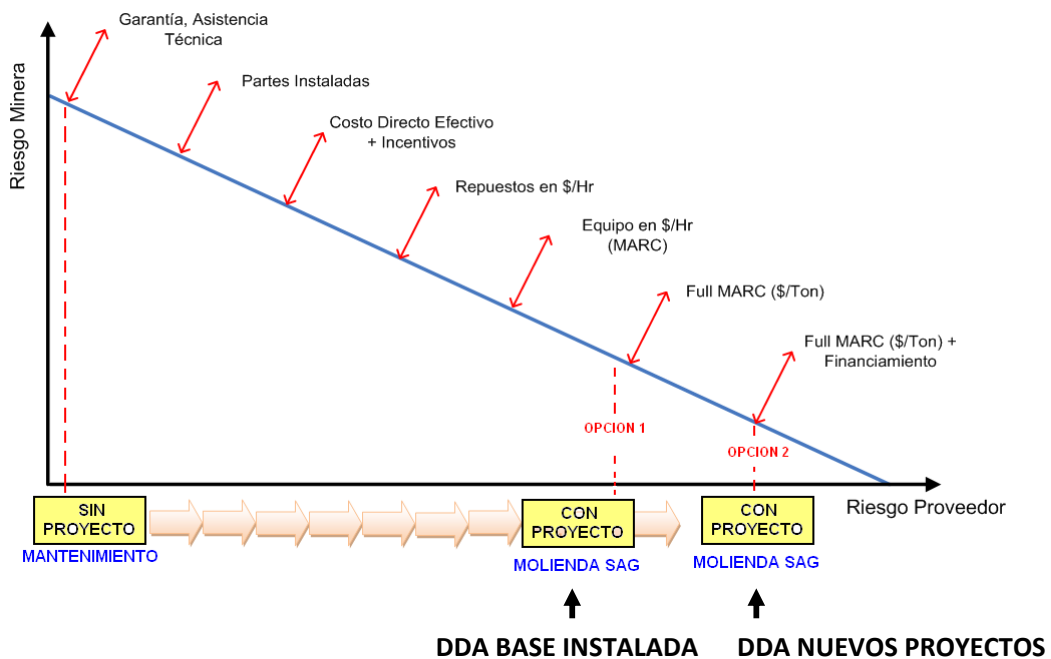
Cuadro N° 3.6: Nivel de apalancamiento cobertura proyectos nuevos²⁷.

COTIZACION MOLINO SAG	
La inversión que hay que realizar para adquirir el sistema completo de molienda Sag corresponde a:	
Accionamiento eléctrico motor + sistema de control, Siemens	9.500.450 USD
Molino de 38feet de diámetro x 16 feet de largo, FLSmith	8.900.900 USD
Arnero de clasificación 35 m2 FLSmith	450.000 USD
Instalacion, pruebas y puesta en marcha (Mecanica, eléctrica e instrumentación)	5.500.000 USD
Total	24.351.350 USD

1.4.5. Detalle de Riesgo x Apalancamiento HighService Ltda.

En la figura N° 3.6, muestra los distintos niveles de riesgo asociados a los servicios actuales “mantenimiento” y servicio proyecto “operación y mantenimiento”, claramente el servicio integral de molienda SAG traspasa riesgo desde el cliente hacia HighService Ltda, nivel de riesgo está directamente asociado al nivel de apalancamiento financiero.

Figura N° 3.6: Niveles de riesgo por tipo de servicio²⁸.



²⁷ Fuente: Elaboración propia.

²⁸ Fuente: Asignatura de gestión de operaciones II, Elaboración propia.

IV. Producción

1. Proyecto "Servicio integral de molienda SAG".

Proyecto	->	Integración horizontal.
Negocio actual	->	Servicio de mantenimiento eléctrico e instrumentación.
Negocio futuro	->	Servicio integral "operación + mantenimiento" proceso de molienda SAG. "cobro por tonelada de mineral procesada"

➤ **Objetivos estratégicos**

- ✚ Molienda SAG, con reducción en los costos actuales en un 10% por tonelada de mineral procesada.
- ✚ Continuidad operacional "pronta respuesta"
- ✚ Alta disponibilidad de equipo para molienda.

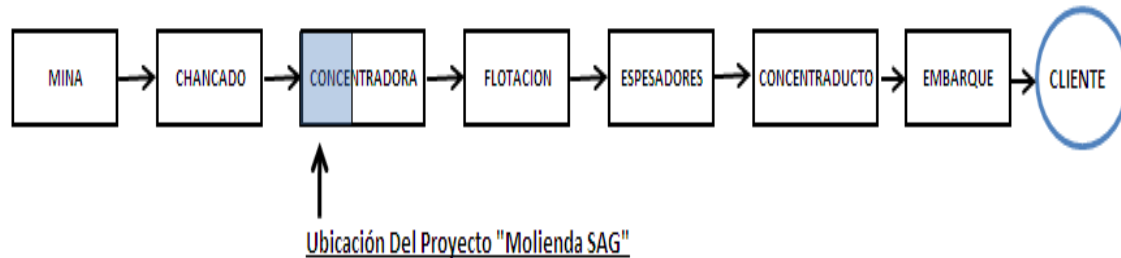
La industria de producción de "commodity" como el cobre, estratégicamente requiere desarrollar herramientas de gestión que permitan minimizar los costos de producción. Esta proyecto desarrolla un análisis de costos de producción de concentrado de cobre y costos asociados a mantenimiento por medio de la aplicación de un "Modelo de Gestión de Mantenimiento", el cual tiene como objetivo proporcionar un nivel de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, que permita un desempeño óptimo y económicamente viable.

Se estudiara la manera de minimizar los costos de oportunidad de detención por falla y maximizar la producción. La optimización de ambas variables permite alcanzar niveles óptimos de producción, confiabilidad y disponibilidad de los molinos SAG. Es por esto que en el "Modelo Gestión de Mantenimiento" la inversión tendrá como objetivo reducir los costos de oportunidad para aumentar el margen.

Cuando los niveles de producción "q_ real" se acercan a los niveles de diseño "q_ diseño" los deltas de producción asociados tienen asociado un fuerte incremento en los costos de mantenimiento programado basado en condiciones (temperatura, vibraciones, variables eléctricas, etc). Por lo tanto, el desarrollo estratégico funcional permite determinar las herramientas para que el modelo que se plantea genere los beneficios esperados.

2. Flow Sheet: Productor de concentrado de cobre.

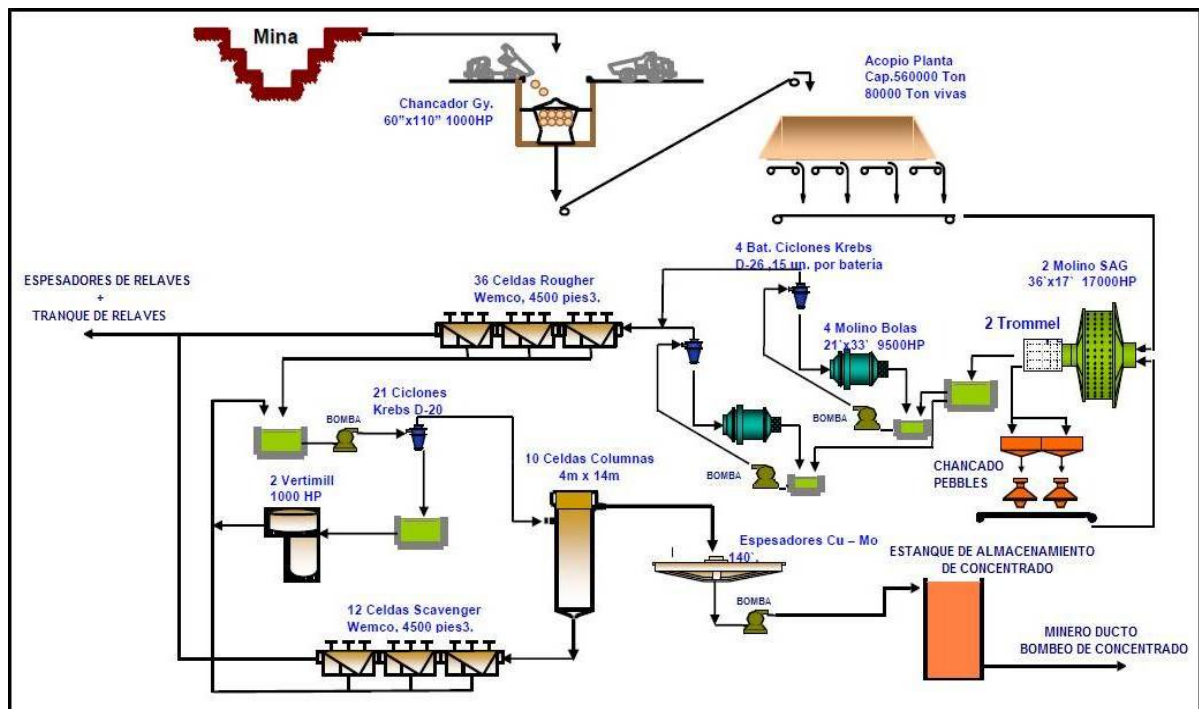
Figura N° 4.1: Identificación de Facility crítica: Servicio de molienda SAG”.²⁹



3. Producción de concentrado de cobre.

En la figura N° 4.2, se presenta el diagrama de proceso de la industria de Minería del procesamiento de minerales “sulfuros de cobre”, que incluye las distintas etapas donde el operador minero desarrolla sus actividades, dentro de esta Supply Chain está identificada la facility donde se situara el proyecto “Molienda SAG”.

Figura N° 4.2: Diagrama de proceso productivo de Concentrado de Cu.³⁰



²⁹ Fuente: Elaboración propia.

³⁰ Fuente: Minera Los Pelambres MLP.

Mina: Corresponde al yacimiento “deposito cuprífero”, el proceso de extracción se realiza mediante dos métodos, Rajo abierto y Subterránea. La roca es dinamitada mediante el uso de explosivos, la roca con concentración de mineral superior a la ley de cabeza definida en proyecto mineral es transportado hasta zona de chancador primario, el material con leyes inferiores es transportado al botadero de estéril.

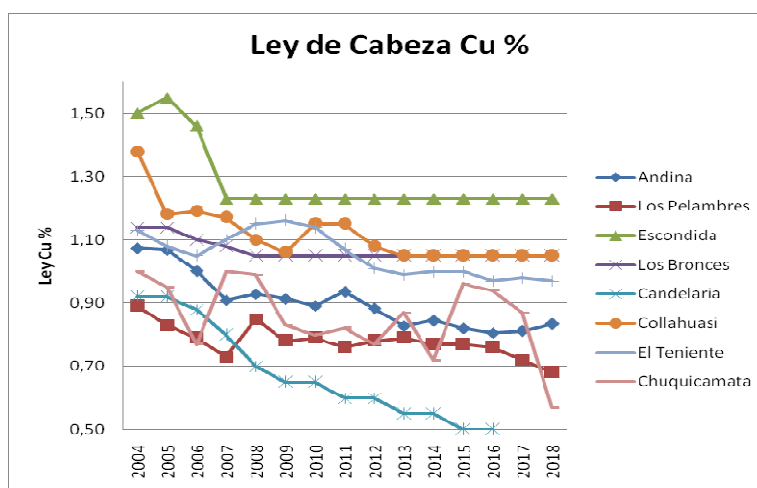
Figura Nº 4.3: Tipo de yacimiento.³¹



Cuadro Nº 4.1: Leyes de Cabeza Cobre “Minerales Sulfuros Cu” Gran Minería Nacional.³²

Head Grade	Cu (%)		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Andina	1,07	1,07	1,00	0,91	0,93	0,91	0,89	0,94	0,88	0,83	0,84	0,82	0,81	0,81	0,81	0,83	
Los Pelambres	0,89	0,83	0,79	0,73	0,85	0,78	0,79	0,76	0,78	0,79	0,77	0,77	0,76	0,72	0,68		
Escondida	1,50	1,55	1,46	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	
Los Bronces	1,14	1,14	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	
Candelaria	0,92	0,92	0,88	0,80	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	-	-		
Collahuasi	1,38	1,18	1,19	1,17	1,10	1,06	1,15	1,15	1,08	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	
El Teniente	1,13	1,08	1,05	1,10	1,15	1,16	1,14	1,07	1,01	0,99	1,00	1,00	0,97	1	0,97		
Chuquicamata	1,00	0,95	0,77	1,00	0,99	0,83	0,80	0,82	0,77	0,87	0,72	0,96	0,94	0,87	0,57		

Figura Nº 4.4: Ley de Cabeza Cu “Head grade” – Minerales de Cu Sulfuros.²⁰



³¹ Fuente: Google.

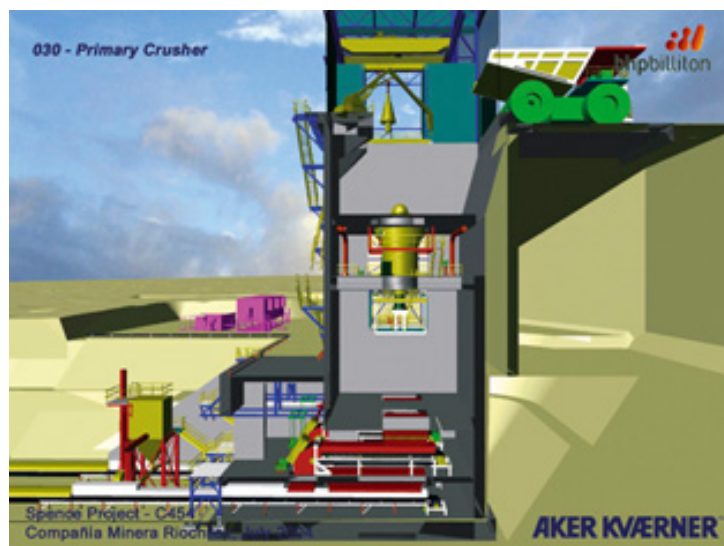
³² Fuente: Cochilco, en base a exploraciones geológicas.

Chancado primario: Corresponde a la primera fase de reducción de tamaño de la roca, en procesos de gran escala mineros se trabaja con tamaños de entrada desde 200 mm a 2000 mm, chancadoras de tipo cónico, con capacidades de diseño logran procesar hasta 800 Ton/hr, con factor de utilización cercano al 60%, equipos de apoyo se utilizan para pre-picar la roca de gran tamaño que llega desde la mina. Posterior a la fase de chancado, el mineral es enviado hasta planta stock pile planta concentradora.

Figura N° 4.5: Diagrama de proceso y vistas “Chancado Primario”³³



Figura N° 4.6: Layout – Chancado Primario.³⁴



³³ Fuente: Google.

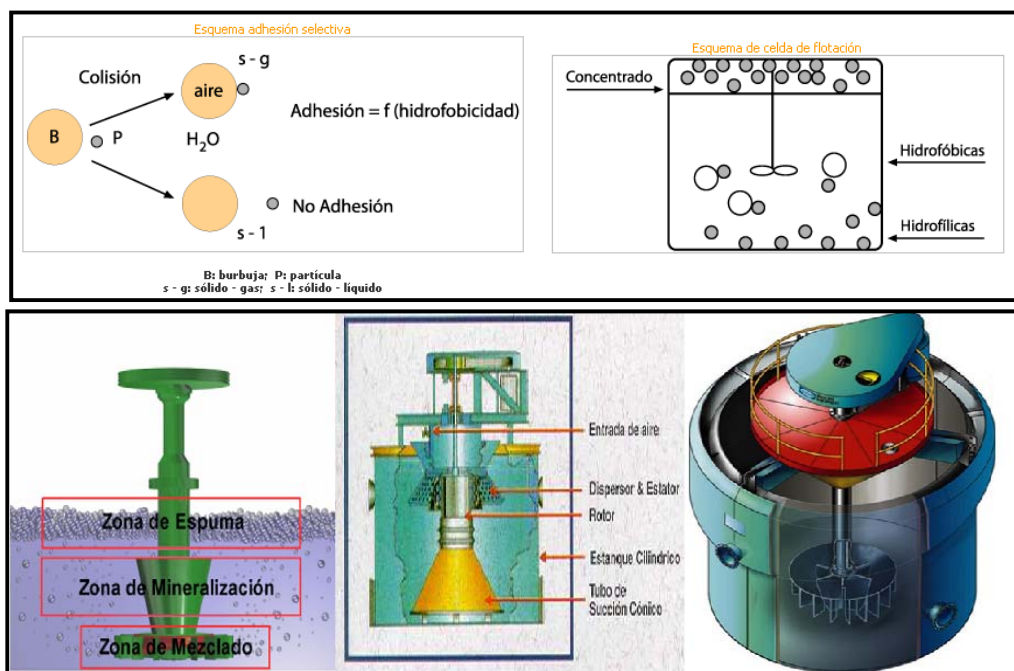
³⁴ Fuente: BhpBilliton Escondida, proyecto AkerKvaerner.

Flotación: La flotación se define como un proceso físico-químico de tensión superficial que separa los minerales sulfurados del metal de otros minerales y especies que componen la mayor parte de la roca original. Durante este proceso, el mineral molido se adhiere superficialmente a burbujas de aire previamente insufladas, lo que determina la separación del mineral de interés. La adhesión del mineral a estas burbujas de aire dependerá de las propiedades hidrofílicas (afinidad con el agua) y aerofílicas (afinidad con el aire) de cada especie mineral que se requiera separar de las que carecen de valor comercial y que se denominan gangas.

En la etapa previa (molienda), se obtiene la roca finamente dividida y se le incorporan los reactivos para la flotación. El propósito es darle el tiempo necesario de residencia a cada uno de los reactivos para conseguir una pulpa homogénea antes de ser utilizada en la flotación. Con la pulpa (o producto de la molienda) se alimentan las celdas de flotación.

Al ingresar la pulpa, se hace burbujear aire desde el interior y se agita con un aspa rotatoria para mantenerla en constante movimiento, lo que facilita y mejora el contacto de las partículas de mineral dispersas en la pulpa con los reactivos, el agua y el aire, haciendo que este proceso se lleve a cabo en forma eficiente.

Figura Nº 4.7: Detalle Físico - Químico proceso de Flotación sulfuro de Cu.³⁵

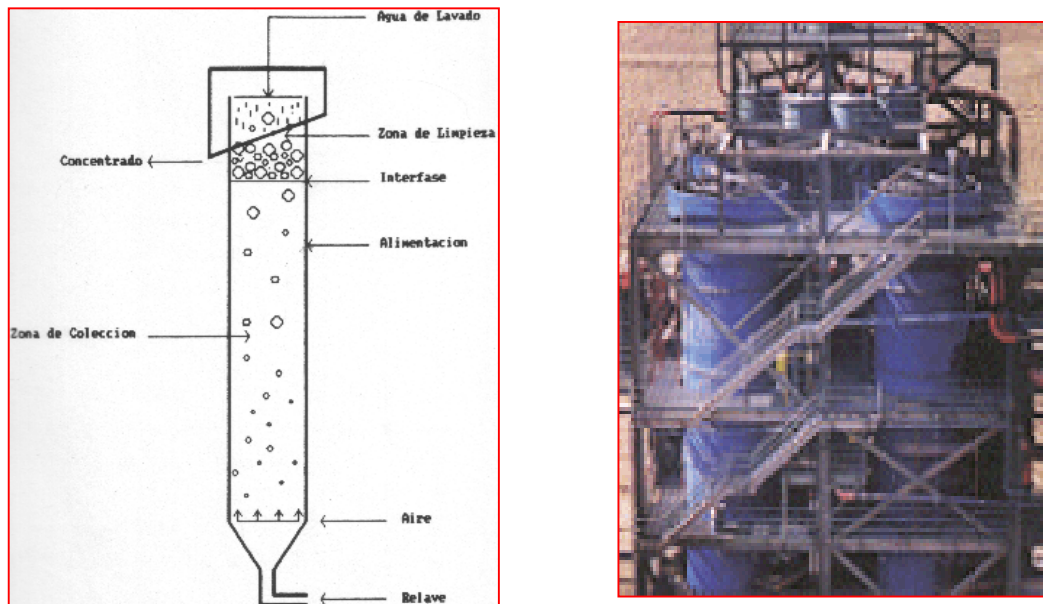


³⁵ Fuente: Codelco <https://www.codelcoeduca.cl/proceso/flotacion>

Figura Nº 4.8: Celdas de Flotación Primera y Segunda Limpieza – 1800 feet³.³⁶



Figura Nº 4.9: Celdas de Flotación Columna, Tercera Limpieza – 2000 feet³.²⁴



Espesado de concentrado: Existen dos tipos de espesadores usados normalmente, espesador Mixto que cumple la función de separar al Mo del Cu, haciéndolo flotar en un pozo y dejando depositado el cobre al fondo del mismo. Saliendo de la planta de Mo se tiene un espesador exclusivo de cobre.

Las variables relevantes para los espesadores son las capacidades de almacenaje de pulpa (volumen visto por el diámetro y altura del elemento), el pH, la densidad y presión de la estación. Los diámetros manejados son del orden de decenas de metros (90-100m).

³⁶ Fuente: Codelco <https://www.codelcoeduca.cl/proceso/flotacion>

Figura N° 4.10: Diagrama de Flujo Espesador.³⁷

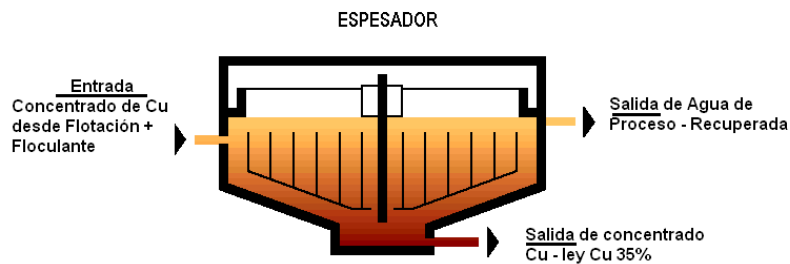


Figura N° 4.11: Disposición de espesadores relaves.³⁸



Concentraducto: La pulpa o concentrado de cobre mezclado con agua, proveniente desde los espesadores (35% Ley Cu), es conducida por gravedad a través de una tubería subterránea llamada concentraducto hasta un punto de embarque. En algunos casos se emplea una bomba de Geho para compensar los diferenciales de presión originados por la variabilidad de altura geográfica en el recorrido.

Figura N° 4.12: Concentraducto “minero ducto”- Detalle Bomba Geho³⁹

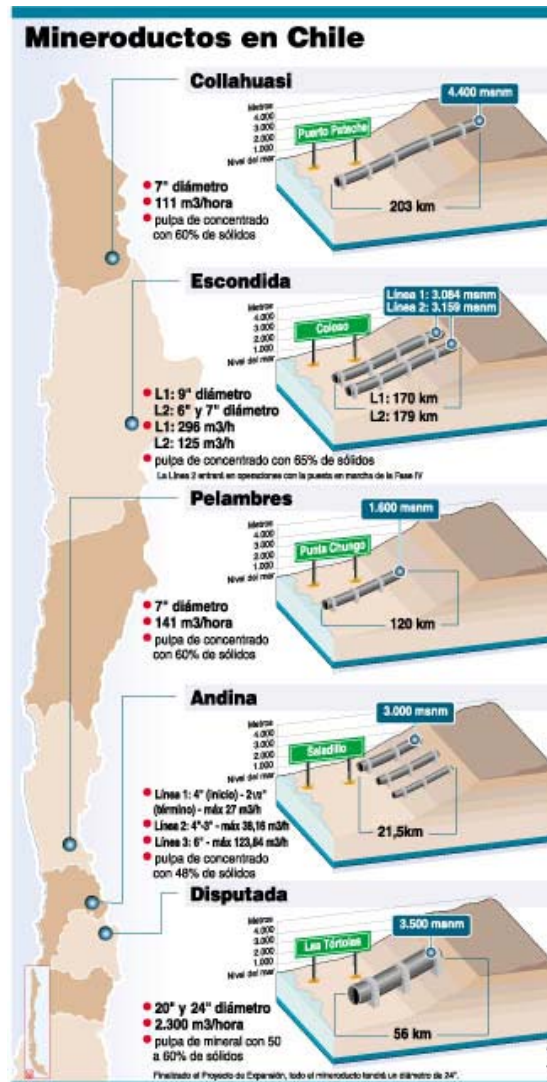


³⁷ Fuente: Codelco <https://www.codelcoeduca.cl/proceso/flotacion>

³⁸ Fuente: Codelco División El Teniente.

³⁹ Fuente: GEHO ZPM Pump www.weirminerals.com

Figura N° 4.13: Minero ductos en Chile.⁴⁰



Puerto de embarque: El área Puerto incluye la planta de filtros y los sistemas destinados al almacenamiento, carguío y embarque de concentrado. La Planta de Filtros recibe la pulpa proveniente desde la Planta, y retira el agua requerida para su transporte, produciendo un concentrado de cobre con una humedad promedio de 9%. El agua excedente es filtrada posteriormente en una Planta de Flotación por Aire Disuelto, eliminándose vía evapotranspiración a través de plantaciones de eucaliptos.

El concentrado resultante es conducido a través de una correa transportadora a un edificio de almacenamiento con una capacidad de 60 mil toneladas. Todo este sistema está completamente cubierto y provisto de equipos de captación de polvo y de ventiladores, manteniendo una presión negativa en el edificio y permitiendo una operación segura que evita el escape de polvos fugitivos al medio ambiente. El carguío de barcos se efectúa a través de una correa encapsulada que

⁴⁰ Fuente: Brass Chile – Tecnología para mineroductos <http://www.brass.cl/>

conduce el concentrado de cobre al lugar del embarque, minimizando el contacto con el agua o el aire. El carguío se efectúa a una velocidad aproximada de 1.100 ton/hora.

Figura N° 4.14: Puerto de embarque.⁴¹

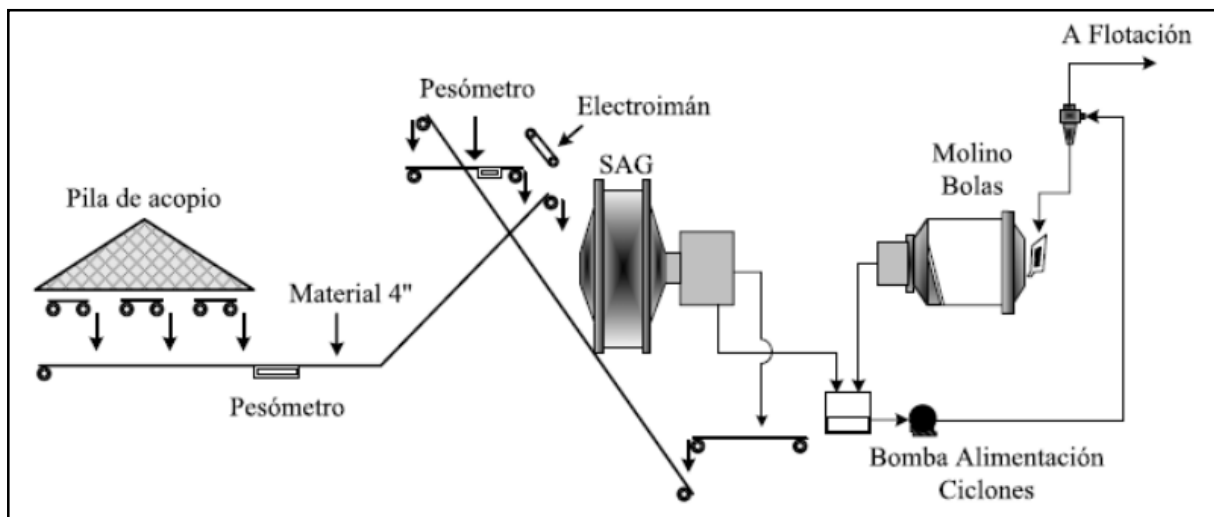


Dado que el proyecto de “Molienda SAG”, se encuentra posicionado en la planta concentradora, a continuación se presenta en mayor detalle el grupo de facilities que constituyen esta actividad.

4. Planta concentradora: proceso de molienda SAG.

La planta concentradora recibe el material proveniente de los chancador primario, en donde se tiene un tamaño promedio de salida del orden de 4 pulgadas, el cual se almacena en un stock pile o acopio, el material se ordena de forma natural, quedando el de menor tamaño en el fondo para luego ser transportado a los molinos SAG. Tras pasar por la molienda SAG el material se vuelve a refinar en molinos de bolas, que conectan con los ciclones. Los ciclones clasifican el material a ser enviado al proceso siguiente de flotación y concentrado.

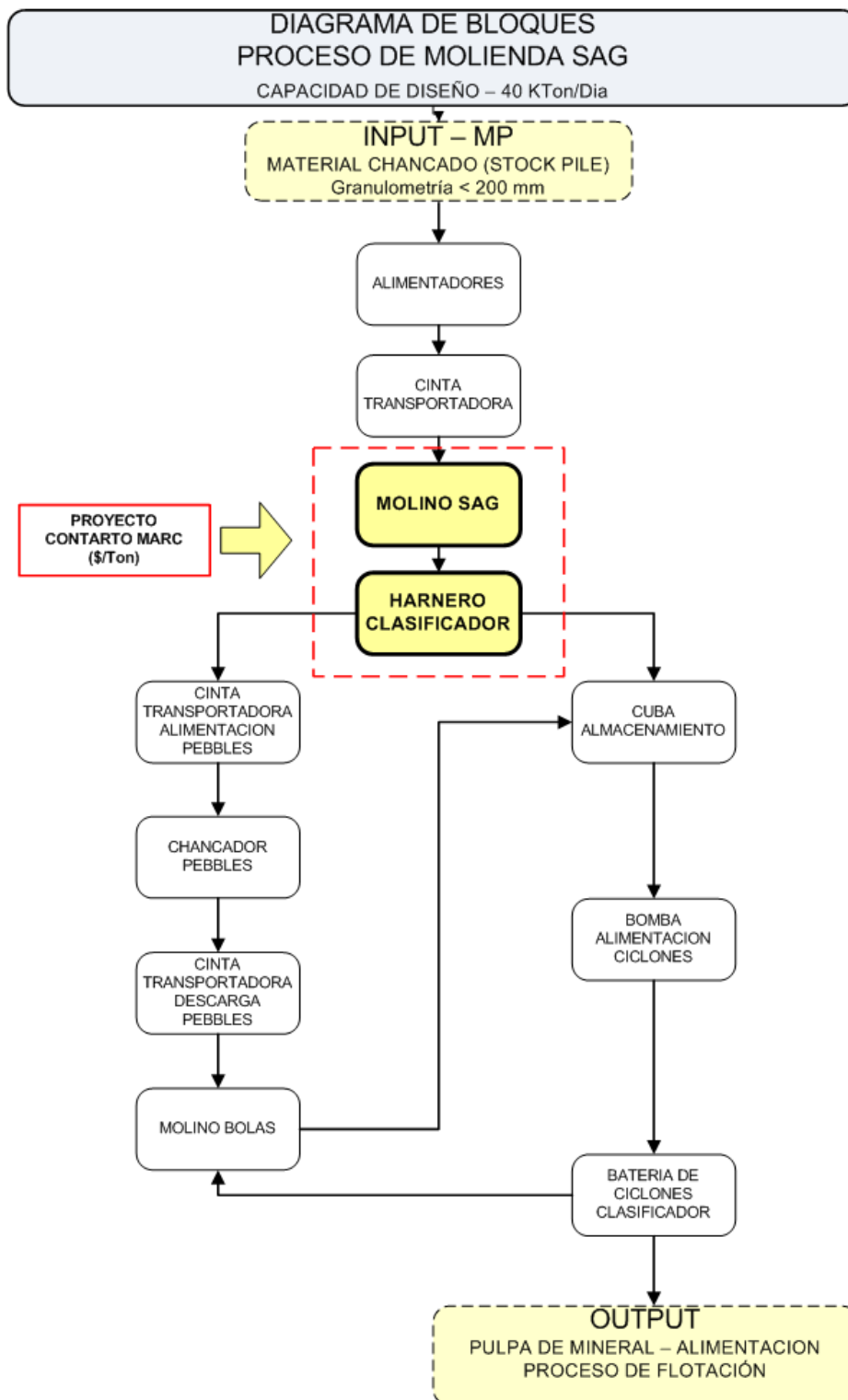
Figura N° 4.15 Circuito de molienda SAG, planta concentradora gran escala.⁴²



⁴¹ Minera Los Pelambres, Los Vilos - Punta chungo.

⁴² Fuente: <http://www.concretonline.com> “Evolución histórica de los circuitos de molienda”

Figura Nº 4.16: Diagrama en bloques circuito de molienda SAG. ⁴³



43 Fuente Propia. Trabajo desarrollado en asignatura de Diseño de Plantas.

4.1. Descripción del proceso “Flow Sheet”.

El proceso de Molienda SAG, forma parte de un proceso mayor, el cual tiene como antecesor el proceso de chancado primario y posterior el proceso de extracción de mineral por flotación. Lo anterior se puede graficar indicando que el output del proceso de chancado es el input del proceso de molienda y que el output de la molienda SAG es input proceso de extracción de mineral por flotación. El Flowsheet se muestra en la figura N° 4.15.

- ✚ El material proveniente del proceso de chancado se acopia en el stock pile. El material es depositado en la correa transportadora, a través, de los buzones n°(s) 1, 2 y 3 pasando por los feeder n°(s) 1, 2 y 3.
- ✚ El material chancado es transportado, a través de la cinta transportadora que va desde el stockpile hacia el molino SAG.
- ✚ El material es ingresado al a la boca del molino SAG a través de una tromel, lugar donde también es incorporada la cal (10 gr/Ton) y agua (60% sólido).
- ✚ El material molido es descargado del Molino SAG al Harnero Clasificador.
- ✚ EL Harnero Clasificador separa el material destinándolo hacia la cuba de traspaso de pulpa si el material es < 200 mm y hacia el chancador de Pebbles si el material posee una granulometría superior de 200 mm.
- ✚ EL material con granulometría < 20 mm, que es traspasado desde el harnero hacia la cuba de traspaso, es llevado hacia la batería de hidrociclones por medio de una bomba de impulsión, dicha bomba impulsa el material a una presión de 10 PSI.
- ✚ Una vez el material llega a la batería de ciclones, se produce el proceso de separación de material en overflow y underflow, siendo el material clasificado como overflow la alimentación al proceso siguiente de flotación, el underflow es llevada hacia el molino de bolas para su remolienda.
- ✚ Recirculación: EL material que es enviado desde el Harnero Clasificador hacia el chancador de pebbles, por intermedio de una segunda correa transportadora que posee el sistema, es chancado y llevada a través de de una tercera correa transportadora hacia el molino de bolas.
- ✚ Recirculación: Al molino de bolas llega material desde el chancador de pebbles y desde la batería de ciclones. Este material no cumplió con la granulometría por lo tanto debe de ser molido nuevamente.
- ✚ Recirculación: EL material procesado por el molino de bolas es llevado hacia la cuba, desde donde es impulsado a la batería de ciclones por una bomba.

4.2. Balance de masa.

El proceso de molienda Sag, es del tipo continuo, repetitivo y de alto volumen. EL proceso de flujo continuo posee un Balance de masa, el cual muestra la distribución de material que es direccionado hacia las distintas operaciones del sistema.

En el balance se masa que se adjunta se podrá visualizar el flujo másico y volumétrico de material que pasa en cada zona, la densidad y la cantidad de sobre tamaño estimada para Pebbles y Batería de Ciclones.

Cuadro N° 4.2: Balance de masa asociado a circuito de molienda SAG (70 Kton/dia).⁴⁴

BALANCE MASA PLANTA MOLIENDA

Densidad de Mineral (kg/m ³)	2,70
Densidad aparente Pebbles (kg/m ³)	1,710
Densidad pulpa (kg/m ³)	1,40
Capacidad Máxima por Molino (tph)	2,000
Sobretamaño 1 (Pebbles)	32%
Sobretamaño 2 (Batería de ciclones)	40%

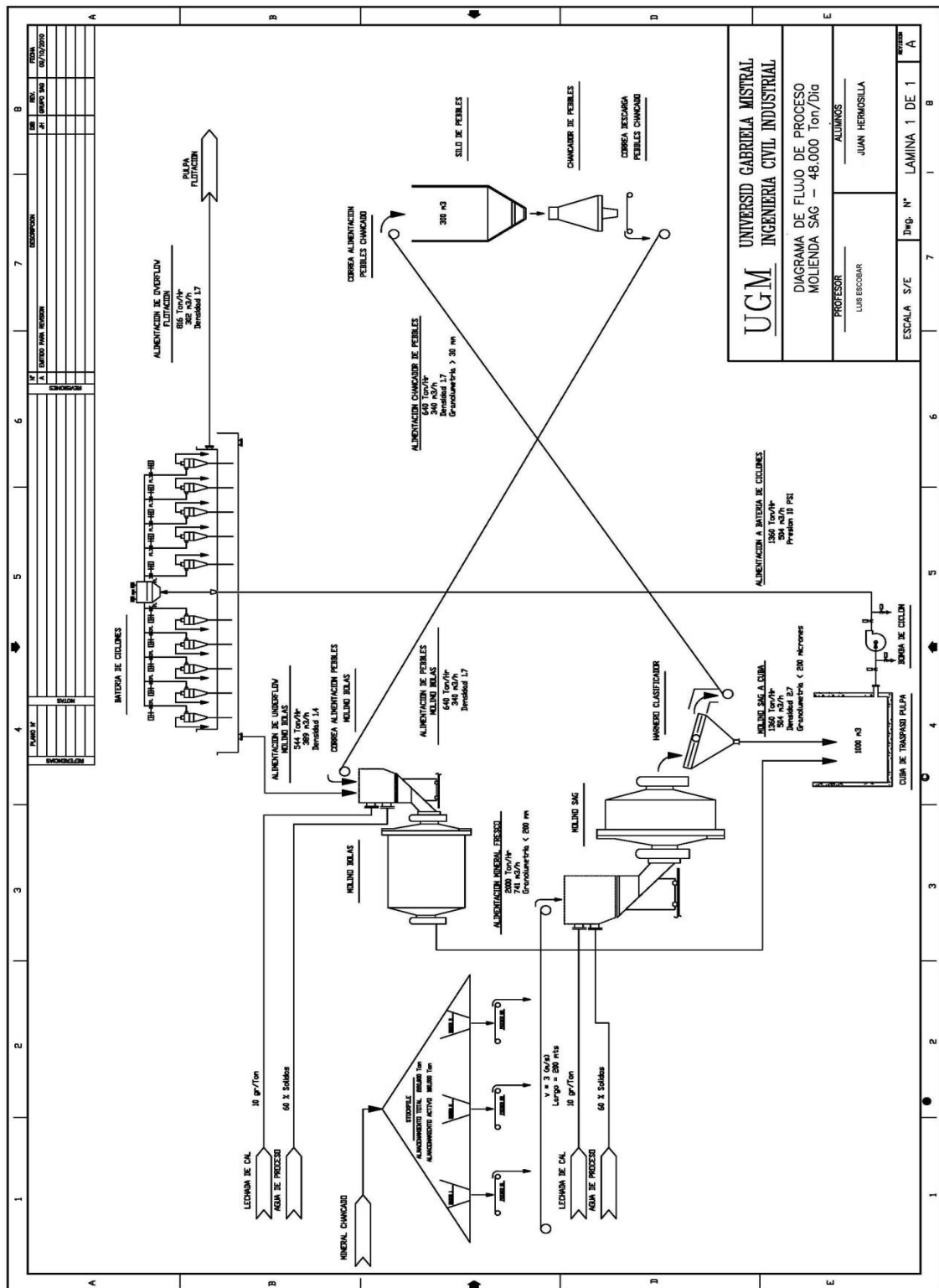
Facility Proyecto

INPUT		
Flujo másico	70.000	(Ton/dia)

FLUJOS	2	3	5	9	4	6	7	8
	Mineral Fresco a Molienda	Molino SAG a la Cuba	Bomba alimentación Batería De Ciclones	Batería de Ciclones Flotación 60%	Chancador de Pebbles chancar	Pebbles a Molino de Bolas	Batería ciclones a Molino De Bolas	Alimentacion Molino Bolas Pebles + Batería de Ciclones
Flujo másico (Ton/hr)	2.917	1.983	1.983	1.190	933	933	793	1.727
Densidad aparente	2,70	2,70	2,70	2,70	1,71	1,71	1,40	1,71
Flujo volumétrico (m ³ /h)	1.080	735	735	441	546	546	567	1.010
Flujo másico (Ton/dia)	70.000	47.600	47.600	28.560	22.400	22.400	19.040	41.440
Flujo volumétrico (m ³ /d)	25.926	17.630	17.630	10.578	13.099	13.099	13.600	24.234

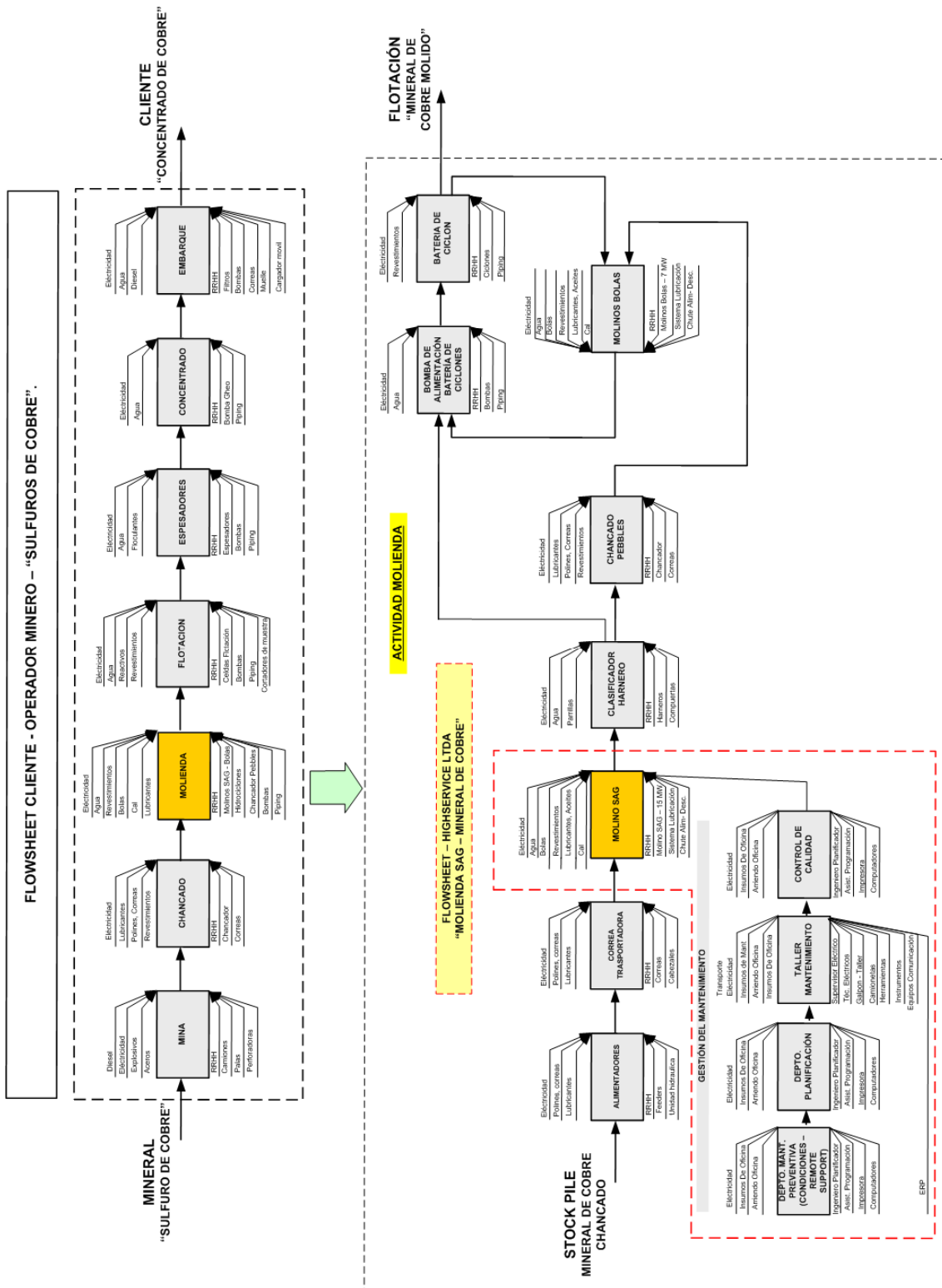
44 Fuente Propia. Trabajo desarrollado en asignatura de Diseño de Plantas.

Figura N° 4.17: Diagrama de flujo proceso "Molienda SAG".⁴⁵



45 Fuente Propia. Trabajo desarrollado en asignatura de Diseño de Plantas.

Figura N° 4.18: Flow Sheet Con Proyecto "Servicio integral molienda SAG".⁴⁶



46 Fuente Propia. Trabajo desarrollado en asignatura de "Organización de mercados".

4.3. Descripción de operación – molienda SAG.

Mediante la molienda, se continúa reduciendo el tamaño del material rocoso que componen el mineral para obtener una granulometría máxima de 180 micrones (0,18 mm), la que permite finalmente la liberación de la mayor parte de los minerales de cobre en forma de partículas individuales.

El proceso de la molienda se realiza utilizando grandes equipos giratorios o molinos de forma cilíndrica, en dos formas diferentes: molienda convencional y molienda SAG. En esta etapa, al material mineralizado se le agregan agua en cantidades suficientes para formar un fluido lechoso y los reactivos necesarios para realizar el proceso siguiente que es la flotación.

Molienda convencional: La molienda convencional se realiza en dos etapas, utilizando molino de barras y molino de bolas respectivamente, aunque en las plantas modernas sólo se utiliza el segundo. En ambos molinos el mineral se mezcla con agua para lograr una molienda homogénea y eficiente. La pulpa obtenida en la molienda es llevada a la etapa siguiente que es la flotación.

Molienda de barras: Este equipo tiene en su interior barras de acero de 3,5 pulgadas de diámetro que son los elementos de molienda. El molino gira con el material proveniente del chancador terciario que llega continuamente por una correa transportadora. El material se va moliendo por la acción del movimiento de las barras que se encuentran libres y que caen sobre el mineral. El mineral molido continúa el proceso, pasando en línea al molino de bolas.

Molienda de bolas: Este molino, cuyas dimensiones son 16 x 24 pies (es decir, 4,9 m de diámetro por 7,3 m de ancho), está ocupado en un 35% de su capacidad por bolas de acero de 3,5 pulgadas de diámetro, las cuales son los elementos de molienda. En un proceso de aproximadamente 20 minutos, el 80% del mineral es reducido a un tamaño máximo de 180 micrones (es decir 0,18 mm).

Molienda SAG: La instalación de un molino SAG constituye una innovación reciente en algunas plantas concentradoras. Los molinos SAG (SemiAutóGenos) son equipos de mayores dimensiones (36 x 15 pies, es decir 11,0 m de diámetro por 4,6 m de ancho) y más eficientes que los anteriores. Gracias a su gran capacidad y eficiencia, acortan el proceso de chancado y molienda.

El mineral se recibe directamente desde el chancador primario (no del terciario como en la molienda convencional) con un tamaño cercano a 8 pulgadas (20 cm, aprox.) y se mezcla con agua y cal. Este material es reducido gracias a la acción del mismo material mineralizado presente en partículas de variados tamaños (de ahí su nombre de molienda semiautógena) y por la acción de numerosas bolas de acero de 5 pulgadas de diámetro que ocupan el 12% de su capacidad. Dado el tamaño y la forma del molino, estas bolas son lanzadas en caída libre cuando el molino gira, logrando un efecto conjunto de chancado y molienda más efectivo y con menor consumo de energía, por lo que al utilizar este equipo no se requieren las etapas de chancado secundario ni terciario.

La mayor parte del material molido en el SAG va directamente a la etapa siguiente que es la flotación, es decir tiene la granulometría requerida bajo los 180 micrones, y una pequeña proporción debe ser enviado a un molino de bolas para remolienda.

4.3.1. Molinos semiautógenos y autógenos (SAG y AG).

A principios de los años 80 se desarrolla la molienda semiautógena (SAG) y la autógena (AG), buscando principalmente reducir los costos operativos al reducirse el consumo de los elementos de molienda e igualmente la energía eléctrica consumida por los molinos. La trituración queda reducida a una sola etapa, en general con un triturador primario de cono con admisión de hasta 1500 milímetros, entregando un material menor a los 200 milímetros.

Inicialmente, la molienda SAG presento problemas mecánicos y operativos (principalmente la estabilidad de operación y la rotura de blindajes). La solución de estos problemas permitió el aumento del tamaño de los equipos, llegándose actualmente a los 12 metros de diámetro. El desarrollo de la molienda AG no ha sido tan impetuoso, debido a que los molinos requieren características especiales de los minerales a moler. Los molinos pueden lograr reducciones de tamaño de los 25 centímetros a los 75 micrones en una etapa, siendo el costo de capital menor al de los otros tipos de molinos.

Los molinos SAG manejan con gran facilidad materiales húmedos y pegajosos. Mientras los molinos SAG pueden operar con cualquier tipo de mineral al contar con cierta carga de bolas y trabajan en circuito con un molino secundario de bolas, la molienda AG total opera con dos molinos autógenos, uno primario y uno secundario, siendo está condicionada por la dureza del mineral.

Los molinos SAG utilizan una combinación de mineral y una pequeña cantidad de bolas de acero (entre el 4 y el 15 % del volumen del molino). Los mejores rendimientos se encuentran cuando el porcentaje varía entre el 6 y el 10 %. La relación diámetro/longitud varia de 1 a 3 hasta 3 a 1. El mecanismo de reducción de tamaño es principalmente por abrasión e impacto, ocurriendo principalmente alrededor de los límites del grano/cristal. Los molinos AG producen partículas de mayor calidad, dado que no están contaminadas con el acero de las bolas. Estas flotan mejor (más rápidas y de mejor selección). Estos molinos son más sensitivos a la dureza y tamaño que los otros molinos, siendo por esto el consumo de energía más variable.

Los molinos AG trabajan mejor con materiales gruesos, que ayudan a la rotura del material. En cambio, los molinos SAG trabajan mejor con materiales finos, dado que la rotura la producen principalmente las bolas.

Lo molinos SAG y AG no son buenos para la reducción a tamaños finos y ultra finos. Ambos tipos de molienda producen una fracción critica, que debe ser triturada en un molino de cono para evitar la sobrecarga del molino primario que de otro modo provocaría la recirculación de este

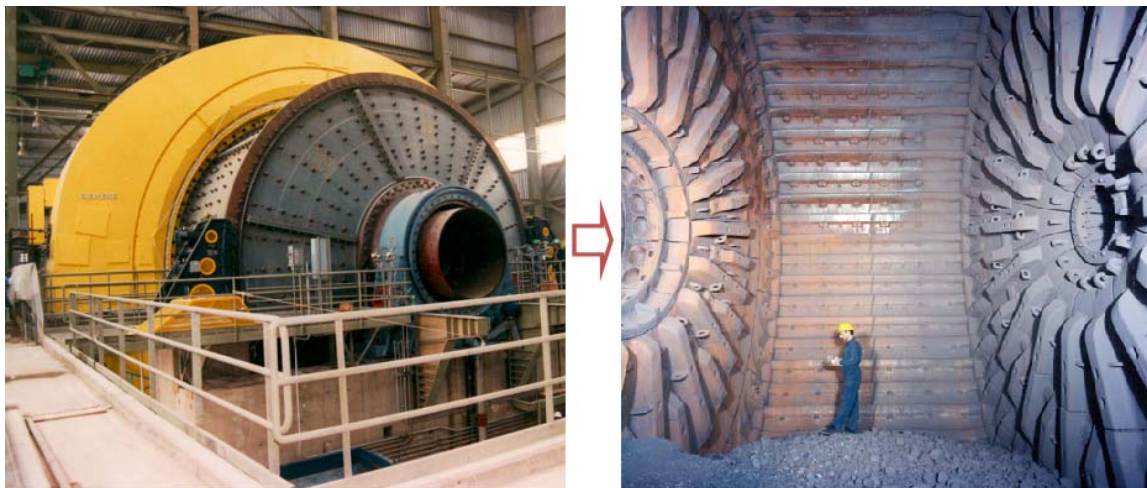
Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

tamaño crítico. Este tamaño crítico es mucho más crítico en la molienda AG por lo que la etapa de trituración es prácticamente imprescindible. En la molienda SAG, a menudo estos tamaños críticos pueden ser tolerados por el molino secundario.

En cualquier caso la descarga de los molinos debe ser clasificada en dos o tres fracciones, mediante harneros vibrantes. La selección del harnero no es sencilla debido a la combinación de tamaño relativamente fino que deben separar (entre 3 y 12 milímetros) y los tonelajes importantes que manejan. Además, la superficie de cribado debe ser lo más resistente posible a la abrasión (usualmente se utilizan elastómeros).

La fracción fina obtenida del harnero, junto con la descarga del molino de bolas secundario en el caso de una molienda SAG o del molino de bolas en el caso de la molienda AG debe ser clasificada para cerrar el circuito. La misma se realiza con hidrociclones de gran diámetro (entre 500 y 625 milímetros), generalmente en baterías. Los materiales a emplear en la construcción deben soportar la abrasión, cortes e impactos de las partículas. La tendencia es aumentar el diámetro de los hidrociclones a fin de reducir el número de unidades en operación.

Figura Nº 4.19: Molinos SAG "Semiautógena"⁴⁷



⁴⁷ Fuente: Molino SAG 16000 HP Minera Candelaria.

Figura Nº 4.20: Angulo de cascada molienda SAG. ⁴⁸



Los proyectos mineros realizados en la última década, están en su mayoría basados en molienda autógena o semiautógena, siendo esta última la de mayores capacidades unitarias de tratamiento ha alcanzado. Los molinos SAG de 12 metros de diámetro y más de 20 MW de potencia, permiten alcanzar capacidades entre las 2000 a 3000 toneladas/hora.

Estos molinos gigantes presentan grandes problemas de diseño, tanto en lo que respecta a su estructura mecánica como en el modo de aplicar la potencia requerida para su accionamiento. Actualmente, el motor eléctrico está construido sobre el propio cilindro del molino, actuando este como rotor, con lo que se consigue eliminar los costosos y complicados sistemas de accionamiento tradicional (reductor, embrague y piñón-corona).

Figura Nº 4.21: Molinos SAG y molino bolas. ⁴⁹



⁴⁸ Universidad Católica de Chile – centro de minería http://www7.uc.cl/sw_educ/simula/html/f_simula.html

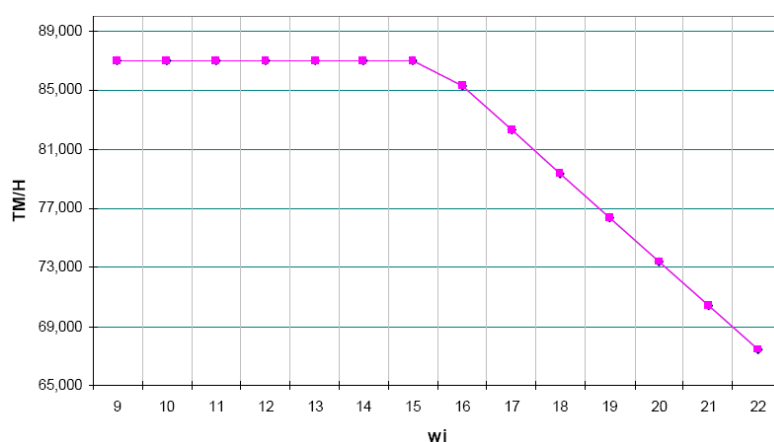
⁴⁹ Minera Los Pelambres Molino SAG 18000HP, Molino Bolas 9500HP.

5. Información productiva y costos de insumos.

5.1. Datos Productivos.

El proceso de reducción de tamaño de minerales “conminución” depende de la naturaleza geológica de los minerales, siendo una de los parámetros más importantes para producción el índice de trabajo⁵⁰ “WI”, dicho índice define el consumo energético del equipo, consumos específico de elementos de molienda como son bolas metálicas y revestimientos de molino. A mayor “Wi” los niveles de producción (Ton/Hr) se reducen significativamente, también aumentando el consumo específico de energía, bolas, cal y revestimientos.

Figura N° 4.22: Curva de tonelaje molido por hora según work index⁵¹.



5.2. Especificación Molino SAG.

Cuadro N° 4.3: Especificación molino SAG 70,000 Ton/día⁵².

DATOS DE ESPECIFICACIÓN MOLINO SAG	
Fabricante molino	FL SMITH “FULLER”.
Fabricante motor	SIEMENS AG
Dimensiones D x L	38 X 19 feet.
Potencia	30000 HP 22380 KW
Tipo de accionamiento	GEAR-LESS.
Capacidad de procesamiento	3000 Ton/hr.
Tamaño de bola	5”.
Nivel de llenado de carga total	26 a 36 %.
Nivel de llenado de bolas	12 A 14 %.
Concentración de sólidos	70 %.
Velocidad de operación normal	9,7 RPM. VARIABLE - CICLONVERSOR
Diseño de parilla interna	SLOT CIRCUNFERENCIALES, 1 COLUMNA.
Abertura slot parilla int	30 mm.
Consumo específico de energía	8 KWh/Ton.

⁵⁰ Fuente: WI: Work Index (KWhr/Ton). También llamado Índice de trabajo de Bond.

⁵¹ Fuente: Datos de operación minera Candelaria – Copiapó – Chile.

⁵² Fuente: Datos de proyecto Minera Los Bronces Anglo American

5.3. Costos de producción "servicio integral de molienda SAG".

A continuación se presenta la matriz de costos relacionada con el proyecto "Operación + Mantenimiento" Servicio integral molienda SAG.

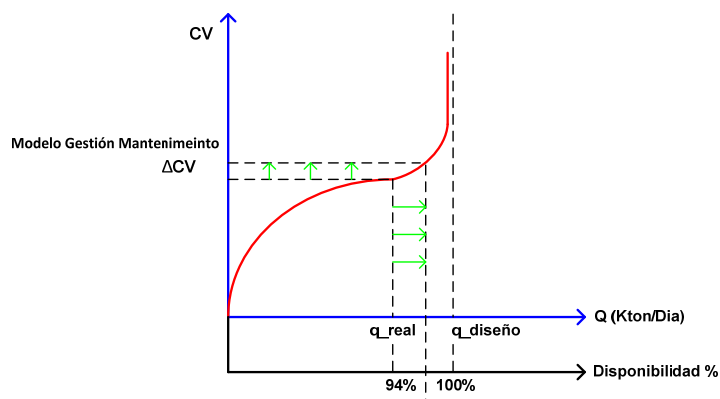
Cuadro N° 4.4: Matriz de costos proyecto molienda SAG "operación y mantenimiento"⁵³

MATRIZ DE COSTOS - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MOLINO SAG		
	CF	CV
CD		ENERGIA ELECTRICA
		COMBUSTIBLE
		BOLAS DE 5"
		LECHADA DE CAL
		INSUMOS DE MANTENCION
		SERVICIOS AL PERSONAL
		REPUESTOS MANTENCION
		ASESORIA, ESTUDIOS
		PERSONAL OPERACIONES
		PERSONAL MANTENIMIENTO
CI	ADMINISTRADOR DE CONTRATO	
	ING. PLANIFICADOR	
	ASISTENTES	
	SECRETARIO TÉCNICO	
	OFICINAS	
	BODEGAS	
	TALLER	

5.4. Costos incrementales por aumento de disponibilidad molino SAG.

La implementación del modelo "Gestión de Mantenimiento" genera un cambio en la distribución de los costos mantenimiento programado y no programado, la proporción obtenida es cercana "2,7 veces", donde el 17% de los costos totales están asociados a mantenimiento programado "condiciones" y a medida que los niveles de producción se acercan al "q_diseño" aumentan significativamente, Comportamiento similar en figura N° 4.23 "teórico" y figura N° 4.24 comportamiento real de costos de mantenimiento.

Figura N° 4.23: Costos Variables por mantenimiento "Modelo Gestión Mantenimiento".⁵⁴



⁵³ Fuente: Elaboración propia.

⁵⁴ Fuente: Modelo de gestión de mantenimiento (Asignatura gestión de operaciones)

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

El incremento en la disponibilidad actual, viene acompañado de un incremento significativo en los costos de mantenimiento, costos considerados variables y en relación directa con el nivel de producción. De acuerdo a los resultados gráficos obtenidos de costo medio y costo marginal, incrementar los niveles de disponibilidad (acercarse a la capacidad de diseño 70.000 (Ton/Día) se traduce en una operación sobre el punto óptimo ($CMg = CMe$) debido al mayor consumo de recursos y repuestos por mantenimiento, por otro lado el incremento en los costos marginales es compensado en forma directa por los ingresos adicionales por mayor concentrado de cobre producido (Ver figura Nº 4.24 y Nº 4.25).

Adicionalmente, se puede comentar que el punto óptimo de operación ($CMg = CMe$) implica una cobertura de todos los costos (fijos y variables) de producción, por lo tanto los ingresos obtenidos al operar sobre esta punto en la curva, implica ingresos adicionales los cuales son utilidades puras al negocio (Ver figura Nº 4.24 y Nº 4.25).

Figura Nº 4.24: Tendencia CMed y CMg (0 – 70.000 Ton/Molida).⁵⁵

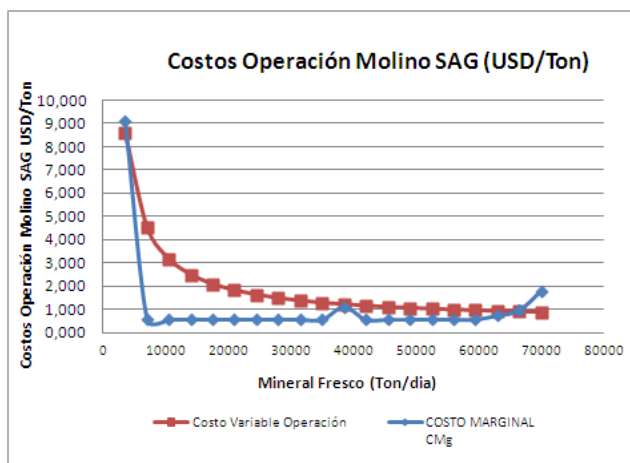
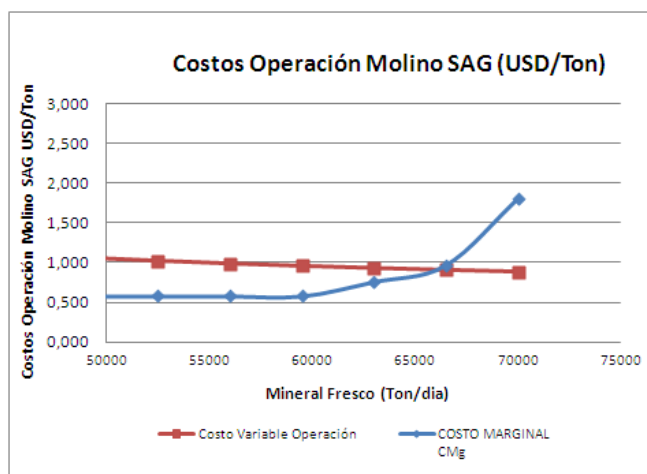


Figura Nº 4.25: Zoom Tendencia CMed y CMg (50.000 – 70.000 Ton/Molida).



⁵⁵ Fuente: Modelo de producción y costos (Taller Titulo II)

5.5. Costos asociados a energía eléctrica.

Los costos por concepto del insumo “Energía Eléctrica”, representan un 48 % del total calculado, por lo tanto es importante la conocer la ubicación geográfica de la planta, con la finalidad de saber a qué sistema eléctrico esta se encuentra conectado (SIC⁵⁶ o SING⁵⁷), dado que las tarifas⁵⁸ de precio nodo “\$/KWhr” son diferentes, el siguiente muestra un resumen de lo anteriormente planteado.

Cuadro N° 4.5: Precio energía eléctrica (\$/KWhr).⁵⁹

Sistema Interconectado del Norte Grande SING

Subestación Troncal	Tensión [kV]	Precio Base de la Potencia de punta [\$/kW/mes]	Precio Base de la Energía [\$/kWh]
Crucero	220	4.319,82	44,520
Encuentro	220	4.323,71	44,520

Sistema Interconectado Central SIC

Subestación Troncal	Tensión [kV]	Precio Base de la Potencia de punta [\$/kW/mes]	Precio Base de la Energía [\$/kWh]
Diego de Almagro	220	5.168,99	54,405
Carrera Pinto	220	5.085,64	53,378
Cardones	220	4.924,85	52,738
Maitencillo	220	4.653,54	49,541
Pan de Azúcar	220	4.927,57	51,894
Los Vilos	220	4.424,80	43,350
Quillota	220	4.329,68	42,634
Polpaico	220	4.529,43	43,065
Lampa	220	5.077,94	44,288
Cerro Navia	220	5.054,39	46,590
Chena	220	4.998,68	46,411
Alto Jahuel	220	4.874,57	45,674
Palne	154	4.968,78	45,896
Rancagua	154	4.983,28	45,887
Punta Cortés	154	4.947,04	46,019
Tilcoco	154	4.906,73	45,610
San Fernando	154	4.505,42	41,854
Teno	154	4.432,50	41,479
Itahue	154	4.374,98	41,248
Ancoa	220	4.410,76	40,634
Charrúa	220	3.999,03	38,904
Temuco	220	4.014,89	39,620
Los Ciruelos	220	3.950,12	38,963
Valdivia	220	3.976,39	40,541
Barro Blanco	220	3.917,05	40,528
Puerto Montt	220	3.976,84	41,206

⁵⁶ SIC Sistema interconectado central.

⁵⁷ SING Sistema interconectado corte grande.

⁵⁸ Fuente: Extracto Diario Oficial “Fija precio de Nudo”– Abril 2011

⁵⁹ Fuente: Extracto Diario Oficial “Fija precio de Nudo”– Abril 2011

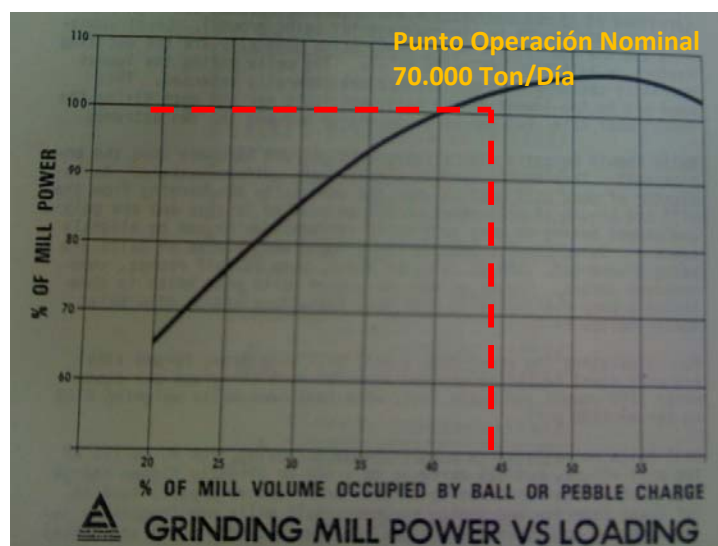
Cuadro N° 4.6: Operadores Mineros “Demanda” conexión a sistema distribución de energía (SIC⁶⁰ o SING⁶¹).

Region	Base Instalada	Proyectado	SING	SIC
I	1	6	x	
II	8	20	x	
III	2	17		x
IV	5	0		x
V	2	6		x
VI	5	3		x
RM	0	3		x
Totales	23	55	35	43

Fuente: Elaboración Propia

5.6. Comportamiento de consumo de energía eléctrica “KWhr” Molino SAG.

Figura N° 4.26: Curva de Comportamiento condición de Carga v/s Potencia Molino⁶²



El hecho de especializarse en el proceso de molienda SAG, que por esencia es de carácter repetitivo entre las distintas operaciones mineras, permite generar economías de aprendizaje “aprender haciendo” replicando las mejoras casi en forma paralela entre todos los clientes. Condición similar es el hecho la incorporación de tecnología y automatización en el proceso “economías de escala”, ambas están presentes en proceso de molienda Sag, lo que contribuye a la reducción del Costo marginal “CMg” por tonelada tratada.

⁶⁰ SIC Sistema interconectado central.

⁶¹ SING Sistema interconectado corte grande.

⁶² American Institute Of Mining; Titulo: **Mineral Processing Plant Desing**; Autor: Andrew Mular; Editorial: Roshan Bhappu

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

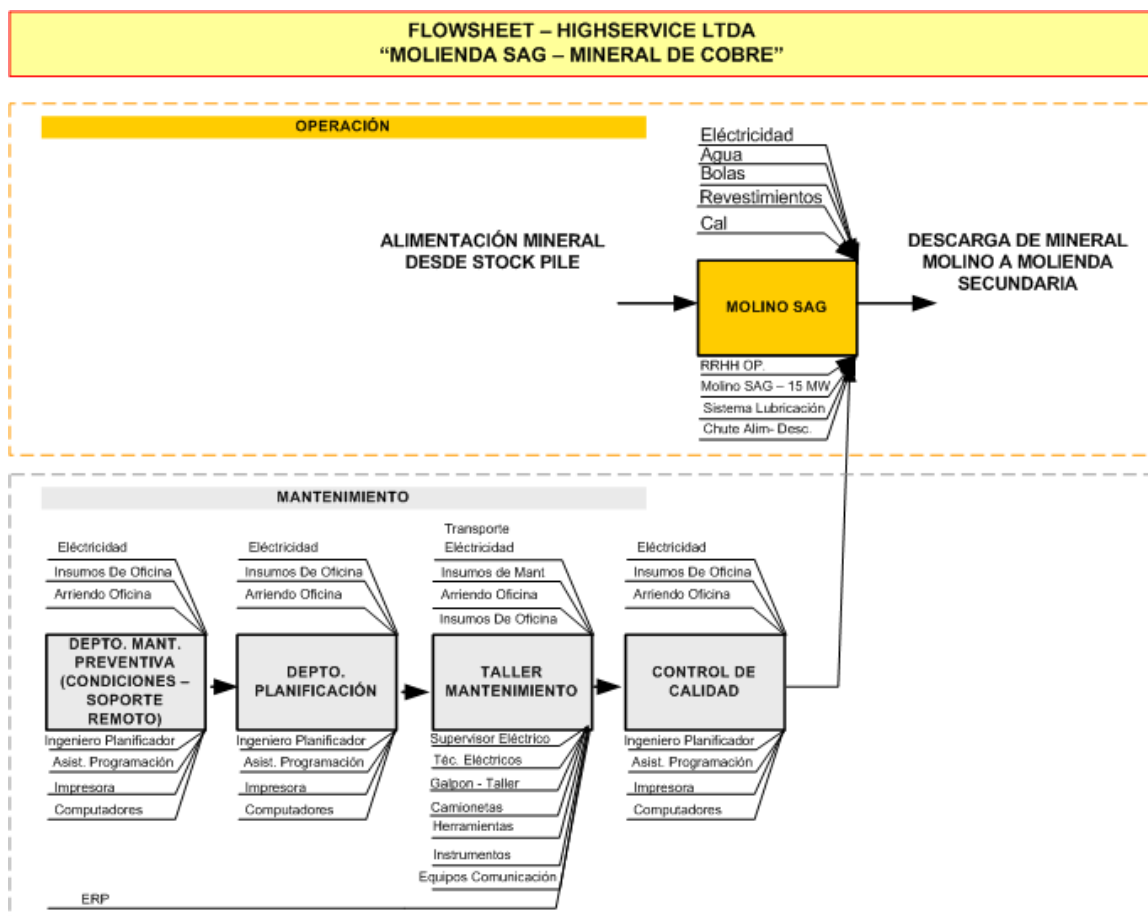
El hecho de obtener una ventaja competitiva en costos respecto de la industria, permite obtener los niveles de demanda proyectados y asegurar el retorno de inversión.

Los niveles de apalancamiento financiero representan un gran desafío para la empresa, dado que se trata de un negocio donde se requiere un gran capital asociado a operación e inversión, este ultimo dependiendo si se trata de un nuevo proyecto o una instalación existente, con o sin inversión en activo fijo "Molino SAG".

V. Modelo de simulación de producción y costos “Servicio de Molienda SAG”

El presente capítulo se describe el modelo de simulación de producción y costos asociados al servicio de molienda SAG, el Flowsheet operacional de la figura N° 5.1 representa las distintas facilities asociadas al servicio complementadas con sus respectivos insumos y recursos.

Figura N° 5.1: Flowsheet Operacional Servicio integral de molienda SAG.⁶³



1. Modelo de simulación de producción Molienda SAG.

1.1. Descripción proceso de Molienda SAG.

El mineral se recibe directamente desde el chancador primario con una granulometría promedio de alimentación cercana a 8 pulgadas (20 cm app) y se mezcla con agua y cal. Este material es

⁶³ Fuente: Elaboración propia “asignatura taller de título II”

reducido gracias a la acción del mismo material mineralizado presente en partículas de variados tamaños (de ahí su nombre de molienda semiautógena) y por la acción de numerosas bolas de acero de 5 pulgadas de diámetro, que ocupan el 12% de su capacidad volumétrica total, estas bolas son lanzadas en caída libre cuando el molino gira, logrando un efecto conjunto de chancado y molienda más efectivo y con menor consumo de energía por lo que, al utilizar este equipo no se requieren las etapas de chancado secundario ni terciario.

La descarga del molino SAG es clasificada por un harnero vibratorio donde el material fino que corresponde a la mayor parte del material molido en el SAG va directamente a la etapa siguiente, la flotación, es decir tiene la granulometría requerida bajo los 180 micrones, y una pequeña proporción debe ser enviado a un molino de bolas o circuito de recirculación de chancado de pebbles.

1.2. Producción de Cobre y Molibdeno.

Con la finalidad de estimar el impacto de los costos de operación y mantenimiento operación molienda SAG en el costo total del proceso de obtención de concentrado de cobre y molibdeno “mina - puerto” se calcula la cantidad de cobre fino y molibdeno contenida en el mineral tratado por el molino SAG. Estos datos se usaran también para modelar los ingresos por venta adicionales generados por el proyecto. En caso de que el yacimiento a costear no tenga leyes de molibdeno este subproducto se deja fuera de los aportes del proyecto.

$$\text{Cobre Fino} = \text{Mineral Procesado} \times \text{Ley Cobre} \times \text{Recuperación Cu Flotación} \quad (\text{Ton Cu/Día}) \quad (5.1)$$

Donde:

- Mineral Procesado Molino SAG (Ton/día)
- Ley Cobre (%)
- Recuperación Cu Flotación (%)

$$\text{Molibdeno Mo} = \text{Mineral Procesado} \times \text{Ley Mo} \times \text{Recuperación Mo Flotación} \quad (\text{Ton Mo/Día}) \quad (5.2)$$

Donde:

- Mineral Procesado Molino SAG (Ton/día)
- Ley Molibdeno (%)
- Recuperación Mo Flotación (%)

Cuadro Nº 5.1: variables y resultados de producción.⁶⁴

Variables de Producción	
Ley Cu Mineral	0,713%
Ley Mo Mineral	0,019%
Ley Cu Concentrado	32,9%
Ley Mo Concentrado	55,5%
Recuperación Cu	90,5%
Recuperación Mo	80,6%

Resultados de Producción				
Procesamiento Nominal	70.000	Ton/Dia		
Concentrado de Cobre	1.190	Ton/Dia		
Concentrado de Molibdeno	28	Ton/Dia		
Cobre Fino	452	Ton/Dia	995.999	Lb/Dia
Molibdeno Fino	10,7	Ton/Dia	23.638	Lb/Dia

1.3. Modelo de costos de producción de Molienda SAG.

Los costos asociados en forma directa a la producción de mineral molido o tratado por molienda SAG, se presentan en la siguiente lista de acuerdo a su importancia e impacto en el costo total (USD / Ton Molida):

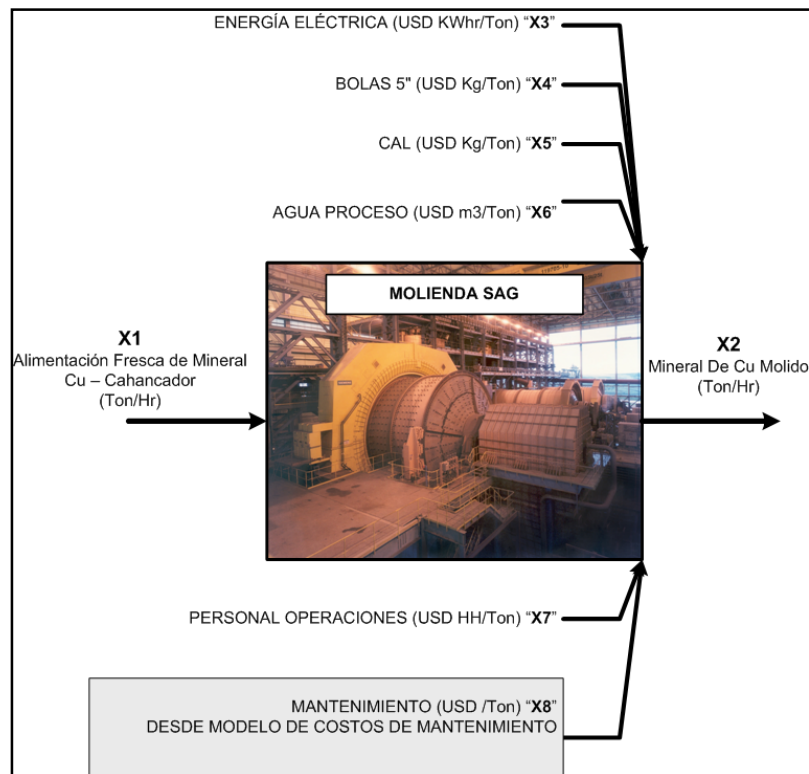
Energía Eléctrica	(USD KWhr/Ton)
Bolas 5"	(USD Kg/Ton)
Cal	(USD Kg/Ton)
Agua de Proceso	(USD m3/Ton)
Mano de Obra "HH" Personal Metalurgista de operaciones.	(USD HH/Ton)

Para el análisis de costos "molienda SAG", se uso el siguiente modelamiento para obtener la función de costos "Mineral Cu Molido"

Costos X2 = FCx2 (x1, x3, x4, x5, x6, x7, x8)	(USD /Ton)	(5.3)
--	-------------------	--------------

⁶⁴ Fuente: Elaboración propia planta 70.000 Ton/día, Referencia Minera Los Pelambres.

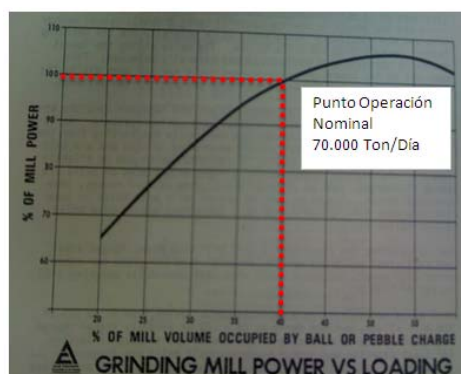
Figura N° 5.2: Detalle de costos Molienda SAG.⁶⁵



1.4. Modelo de costos “Energía Eléctrica” producción de Molienda SAG.

La energía eléctrica “KWhr” consumida por el motor eléctrico Molino SAG tiene el comportamiento mostrado en la figura N° 5.3. Para la condición de vacío, es decir 0 (Ton/Hr) circulando por el molino en funcionamiento existe un consumo base del orden del 65% de la potencia nominal, el restante 35% representa la reserva para el procesamiento de mineral entre las 0 (Ton/Hr) a las 2917 (Ton/Hr) nominales.

Figura N° 5.3: Comportamiento de Potencia KWatt - Motor Molino SAG.⁶⁶



⁶⁵ Fuente: Elaboración Propia

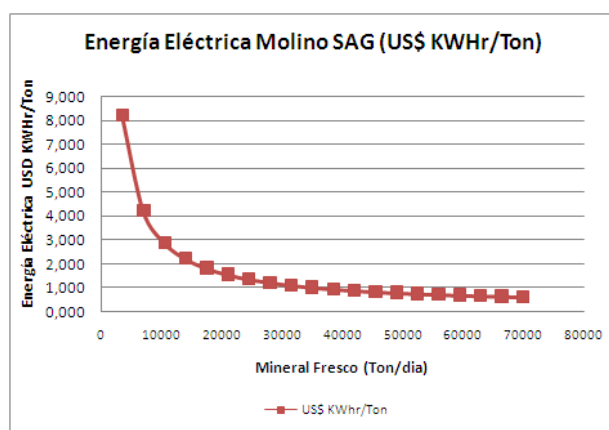
⁶⁶ American institute of mining, Mineral processing plant desing, Andrew Mular - Roshan Bhappu

Cuadro Nº 5.2: Consumo y costos de energía eléctrica proceso de molienda SAG “USD KWhr/Ton”.⁶⁷

1.1 Energía Eléctrica

% Proc. Total	Alim. Mineral Ton/Día	Ton/Hr	Capacidad Carga Equipo	Power Grinding Index	Potencia Base KW	Potencia Variable KW	Pot.Total KW	KWh/Ton	US\$ KWhr	US\$ KWhr/Ton
0%	0	0	0%	0,0%	0	0	0	0,0	0,0	0,000
5%	3500	146	5%	1,75%	14.547	392	14.939	102,4	1195,1	8,195
10%	7000	292	10%	3,5%	14.547	783	15.330	52,6	1226,4	4,205
15%	10500	438	15%	5,3%	14.547	1.175	15.722	35,9	1257,8	2,875
20%	14000	583	20%	7,00%	14.547	1.567	16.114	27,6	1289,1	2,210
25%	17500	729	25%	8,8%	14.547	1.958	16.505	22,6	1320,4	1,811
30%	21000	875	30%	10,5%	14.547	2.350	16.897	19,3	1351,8	1,545
35%	24500	1.021	35%	12,25%	14.547	2.742	17.289	16,9	1383,1	1,355
40%	28000	1.167	40%	14,0%	14.547	3.133	17.680	15,2	1414,4	1,212
45%	31500	1.313	45%	15,8%	14.547	3.525	18.072	13,8	1445,7	1,102
50%	35000	1.458	50%	17,50%	14.547	3.917	18.464	12,7	1477,1	1,013
55%	38500	1.604	55%	19,3%	14.547	4.308	18.855	11,8	1508,4	0,940
60%	42000	1.750	60%	21,0%	14.547	4.700	19.247	11,0	1539,7	0,880
65%	45500	1.896	65%	22,75%	14.547	5.091	19.638	10,4	1571,1	0,829
70%	49000	2.042	70%	24,5%	14.547	5.483	20.030	9,8	1602,4	0,785
75%	52500	2.188	75%	26,3%	14.547	5.875	20.422	9,3	1633,7	0,747
80%	56000	2.333	80%	28,00%	14.547	6.266	20.813	8,9	1665,1	0,714
85%	59500	2.479	85%	29,8%	14.547	6.658	21.205	8,6	1696,4	0,684
90%	63000	2.625	90%	31,5%	14.547	7.050	21.597	8,2	1727,7	0,658
95%	66500	2.771	95%	33,25%	14.547	7.441	21.988	7,9	1759,1	0,635
100%	70000	2.917	100%	35,0%	14.547	7.833	22.380	7,7	1790,4	0,614

Figura Nº 5.4: Costos de energía eléctrica proceso de molienda SAG“USD KWhr / Ton”.



⁶⁷Fuente: Elaboración Propia – Precio de Energía 80 (Usd/KWhr)

1.5. Modelo de costos “Bolas 5”” producción de Molienda SAG.

Para poder estimar la cantidad consumida de este insumo se toma una tasa de desgaste promedio de la industria “consumo específico”, la cual corresponde a 245 gramos por tonelada molida, el precio corresponde a 0,8 USD/Kg.

Cuadro Nº 5.3: Consumo y costos insumo Bolas 5” (USD Kg /Ton).⁶⁸

1.2 Bolas 5”

% Proc. Total	Alim. Mineral Ton/Día	Ton/Hr	Consumo Especifico Bolas 5” Kg/Ton	Consumo Bolas 5” Kg/Hr	US\$ Bolas 5”/Hr	US\$/Ton
0%	0	0	0,245	0	0	0,000
5%	3.500	146	0,245	36	29	0,196
10%	7.000	292	0,245	71	57	0,196
15%	10.500	438	0,245	107	86	0,196
20%	14.000	583	0,245	143	114	0,196
25%	17.500	729	0,245	179	143	0,196
30%	21.000	875	0,245	214	172	0,196
35%	24.500	1.021	0,245	250	200	0,196
40%	28.000	1.167	0,245	286	229	0,196
45%	31.500	1.313	0,245	322	257	0,196
50%	35.000	1.458	0,245	357	286	0,196
55%	38.500	1.604	0,245	393	314	0,196
60%	42.000	1.750	0,245	429	343	0,196
65%	45.500	1.896	0,245	464	372	0,196
70%	49.000	2.042	0,245	500	400	0,196
75%	52.500	2.188	0,245	536	429	0,196
80%	56.000	2.333	0,245	572	457	0,196
85%	59.500	2.479	0,245	607	486	0,196
90%	63.000	2.625	0,245	643	515	0,196
95%	66.500	2.771	0,245	679	543	0,196
100%	70.000	2.917	0,245	715	572	0,196

1.6. Modelo de costos “Cal” producción de Molienda SAG.

Para poder estimar la cantidad consumida de este insumo se toma el consumo específico promedio de la industria, el cual corresponde a 100 gramos por tonelada molida, el precio corresponde a 0,4 USD/Kg.

⁶⁸ Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.4: Consumo y costos insumo Cal (USD Kg /Ton).⁶⁹

1.3 Lechada de Cal

% Proc. Total	Alim. Mineral Ton/Día	Ton/Hr	Consumo Especifico Cal Kg/Ton	Consumo Kg/Hr Cal	US\$ Kg/Hr	US\$/Ton
0%	0	0	0,100	0	0	0,000
5%	3.500	146	0,100	15	6	0,040
10%	7.000	292	0,100	29	12	0,040
15%	10.500	438	0,100	44	18	0,040
20%	14.000	583	0,100	58	23	0,040
25%	17.500	729	0,100	73	29	0,040
30%	21.000	875	0,100	88	35	0,040
35%	24.500	1.021	0,100	102	41	0,040
40%	28.000	1.167	0,100	117	47	0,040
45%	31.500	1.313	0,100	131	53	0,040
50%	35.000	1.458	0,100	146	58	0,040
55%	38.500	1.604	0,100	160	64	0,040
60%	42.000	1.750	0,100	175	70	0,040
65%	45.500	1.896	0,100	190	76	0,040
70%	49.000	2.042	0,100	204	82	0,040
75%	52.500	2.188	0,100	219	88	0,040
80%	56.000	2.333	0,100	233	93	0,040
85%	59.500	2.479	0,100	248	99	0,040
90%	63.000	2.625	0,100	263	105	0,040
95%	66.500	2.771	0,100	277	111	0,040
100%	70.000	2.917	0,100	292	117	0,040

1.7. Modelo de costos “Personal de Operaciones” producción de Molienda SAG.

Personal de operaciones, profesionales con formación metalúrgica y/o especialidad en control de procesos industriales, alta especialización, trabajo en sistemas de turnos rotativos.

Cuadro Nº 5.5: Remuneración personal de operaciones molino SAG.⁷⁰

Remuneraciones Personal Operaciones "Costo Empresa"		
Operador 1	18	USD/HH
Operador 2	14	USD/HH

⁶⁹ Fuente: Elaboración Propia.

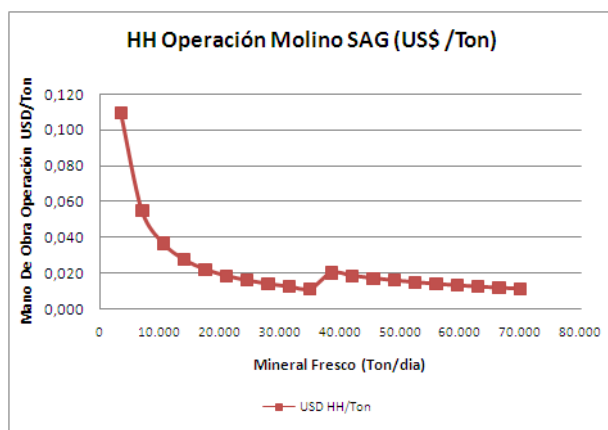
⁷⁰ Remuneraciones costo empresa incluye todos los servicios al personal y bonificaciones.

Cuadro 5.6: Consumo y costos por mano de obra “HH” de operación proceso de molienda SAG.⁷¹

3.2 Personal de operación Molino SAG

% Proc. Total	Alim. Mineral Ton/Día	Ton/Hr	Nº Técnicos Operador 1	Nº Técnicos Operador 2	TORNOS	HH Operador 1	HH Operador 2	Total USD	HH/Turno 12 Hr	HH	HH Oper/Ton	USD HH/Ton
0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0,000
5%	3.500	146	1	1	1	12	12	384	24	24	0,1646	0,110
10%	7.000	292	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0823	0,055
15%	10.500	438	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0549	0,037
20%	14.000	583	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0411	0,027
25%	17.500	729	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0329	0,022
30%	21.000	875	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0274	0,018
35%	24.500	1.021	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0235	0,016
40%	28.000	1.167	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0206	0,014
45%	31.500	1.313	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0183	0,012
50%	35.000	1.458	1	1	1	12	12	384	24	24	0,0165	0,011
55%	38.500	1.604	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0299	0,020
60%	42.000	1.750	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0274	0,018
65%	45.500	1.896	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0253	0,017
70%	49.000	2.042	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0235	0,016
75%	52.500	2.188	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0219	0,015
80%	56.000	2.333	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0206	0,014
85%	59.500	2.479	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0194	0,013
90%	63.000	2.625	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0183	0,012
95%	66.500	2.771	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0173	0,012
100%	70.000	2.917	1	1	2	24	24	768	24	48	0,0165	0,011

Figura 5.5: Costos mano de obra “HH” de operación proceso de molienda SAG.⁵⁹



⁷¹Fuente: Elaboración Propia – Precio de Energía 80 (Usd/KWhr)

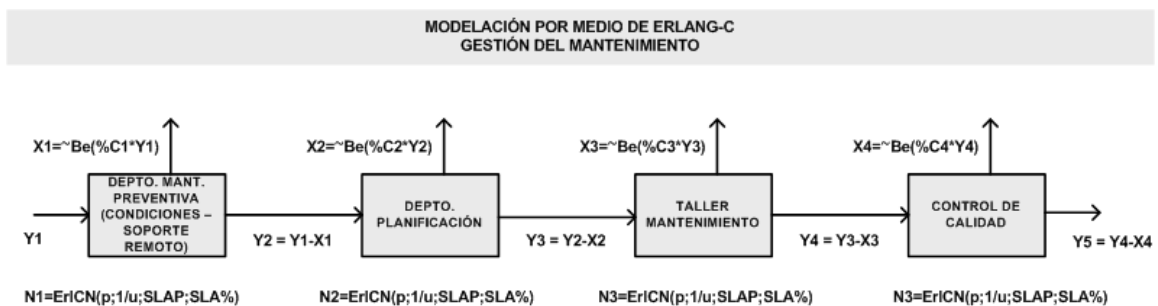
2. Modelo de simulación costos de mantenimiento Molienda SAG.

Para el modelo de mantenimiento que básicamente persigue costear los costos asociados a mano de obra “HH” y repuestos incurridos en las distintas etapas de mantenimiento ya sea este mecánico, eléctrico o de instrumentación.

2.1. Diseño de línea mantenimiento Molino SAG.

Para la estimación de costos por mano de obra “HH” se trabaja sobre una modelación realizada usando teoría de “Erlang C”, donde el número de estaciones o agentes “N” representa el numero de mantenedores requeridos en cada facility.

Figura N° 5.6: Modelación Erlang-C “Gestión del mantenimiento”.⁷²



Definición de variables:

- Y_j : Cantidad de Requerimientos “Ordenes de Trabajo OT”.
- X_j : Cantidad de Requerimientos que no se atenderán.
- $\%C_j$: Probabilidad de que el requerimiento sea rechazado.
- N_j : Cantidad de estaciones de trabajo necesarias para la actividad.
- μ_j : $1/(\text{Tiempo que dura el servicio de atención})$.
- λ_j : $(\text{Número de solicitudes por período}) / (\text{Tiempo de duración del período})$.
- $\rho_j = \lambda / \mu$: Intensidad de tráfico.
- ErlCN : Función Erlang-C que retorna la cantidad de Agentes.

Distribuciones:

~Be: Bernoulli: Distribución discreta que toma solo dos valores que se denotan como fracaso ($x = 0$) o éxito ($x = 1$), con probabilidades $1-p$ y p respectivamente. Se usa para modelar la probabilidad de que un resultado sea de una clase específica o tenga una característica específica, en este caso que el requerimiento sea atendido o no por la agente.

⁷² Fuente: Elaboración propia. Referencia <http://www.abstractmicro.com/erlang/index.htm>

La función de Bernoulli es:

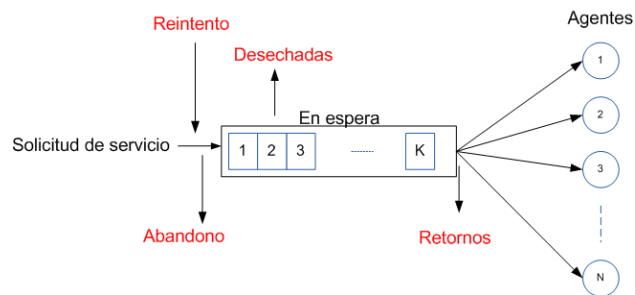
$$P(x) = p^x(1 - p)^{x-1} \quad \text{con } x = \{0,1\}$$

Y su la función de densidad está dada por:

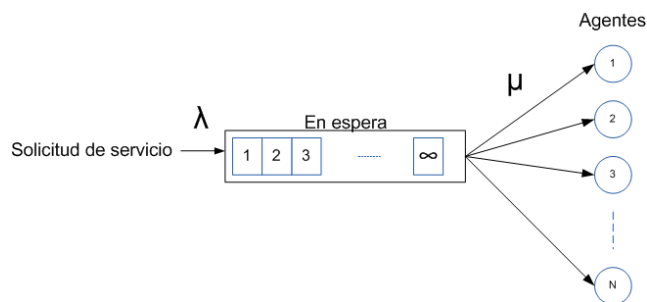
$$D(x, p) = \begin{cases} p, & x = 1 \\ q, & x = 0 \\ 0, & \text{otro caso} \end{cases}$$

~ErlC: Erlang C: El modelo para el dimensionado corresponde a una cola de tipo M/M/N, siendo N la cantidad de agentes y el número de líneas se considera infinito (∞). Este modelo considera arribos y tiempos de servicio exponenciales de tasas λ y μ respectivamente.

En un sistema de atención general se pueden dar las siguientes condiciones (1):



Sin embargo, en el modelamiento del se asumen que no existen reintentos, abandonos, desechadas ni retornos, lo que simplifica el modelo quedando de la siguiente forma:



Esto permite el uso de un modelo estocástico llamado Erlang-C, que cual está dado por la siguiente expresión:

$$C(k, r) = 1 - \left(\sum_{m=0}^{k-1} \frac{r^m}{m!} \right) / \left(\sum_{m=0}^{k-1} \frac{r^m}{m!} + \frac{r^k}{k!} * \frac{1}{1 - r/k} \right)$$

Siendo $r = \frac{\lambda}{\mu} = k\rho$ y $k = N$ (Número de Agentes)

Balance:

Para este modelo en particular, el balance esta dado por las siguientes ecuaciones:

$$Y_2 = Y_1 - X_1$$

$$Y_3 = Y_2 - X_2$$

$$Y_4 = Y_3 - X_3$$

$$Y_5 = Y_4 - X_4$$

Reemplazando consecutivamente se tiene que:

$$Y_5 = Y_1 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4$$

Entonces el modelo esta balanceado si se cumple la siguiente relación:

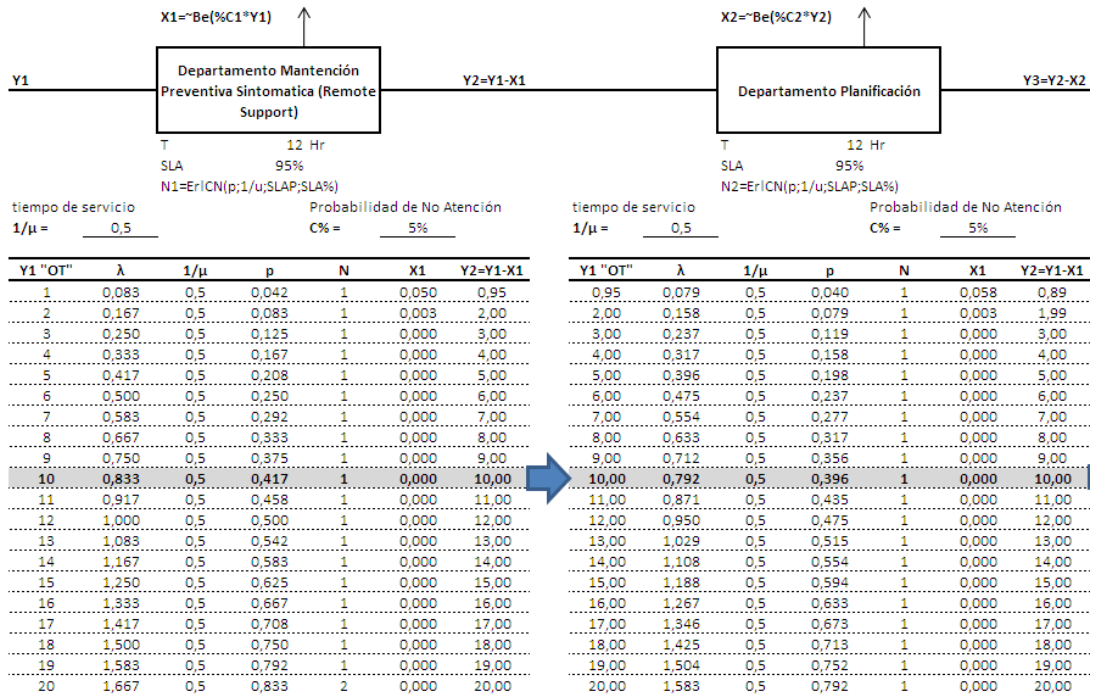
$$Y_1 = Y_5 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4$$

2.2. Simulación para obtener la cantidad de personal de mantenimiento en cada facility.

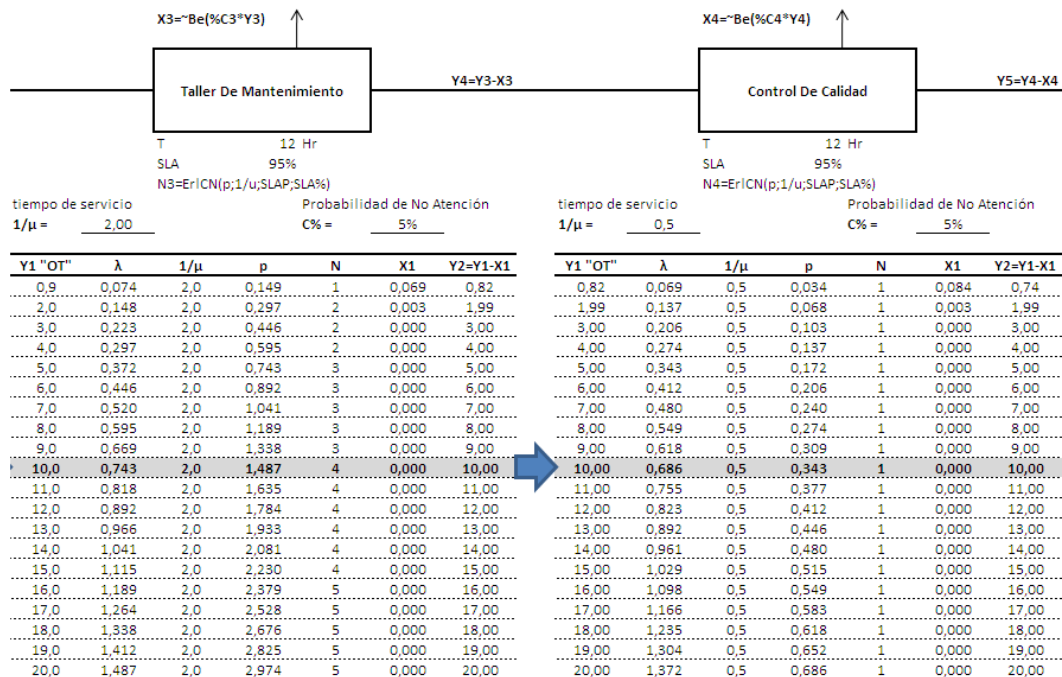
Para la determinación del número de agentes se instala en Excel una librería que permite la simulación de Erlang-C, la que puede ser descargada del sitio <http://www.abstractmicro.com/erlang/index.htm>.

Bajo cada una de las facilities se ha puesto los resultados de cada una de los N que entrega Erlang-C dado la cantidad de requerimientos Y_n . La unidad de tiempo que se ha utilizado es hora y el período de trabajo 12 horas con un SLA de 95%. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro N° 5.7: Cuadro resumen de modelación facilities mantenimiento preventivo y planificación.⁷³



Cuadro N° 5.8: Cuadro resumen de modelación facilities taller mantenimiento y control de calidad.³⁴



⁷³Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Resultados modelamiento Erlang C de línea mantenimiento Molino SAG.

Considerando un flujo diario de 10 órdenes de trabajo como promedio en turno de 12 Horas por día, con los tiempos medios de atención detallados en los recuadros de simulación y un nivel medio de servicio de 95% obtenemos como resultado 7 personas "Técnicos de mantenimiento".

- Departamento de mantenimiento preventivo 1 Técnico Especialista.
- Departamento de planificación 1 Planificador SAP.
- Taller de mantenimiento 4 Técnico Especialista.
- Control de calidad 1 Técnico Especialista.

Cuadro Nº 5.9: Remuneración personal de mantenimiento molino SAG. ³¹

Remuneraciones Personal Mantenimiento "Costo Empresa"		
Especialista Eléctrico	18	USD/HH
Especialista Instrumentación	18	USD/HH
Especialista Mecánico	15	USD/HH
Planificador	20	USD/HH

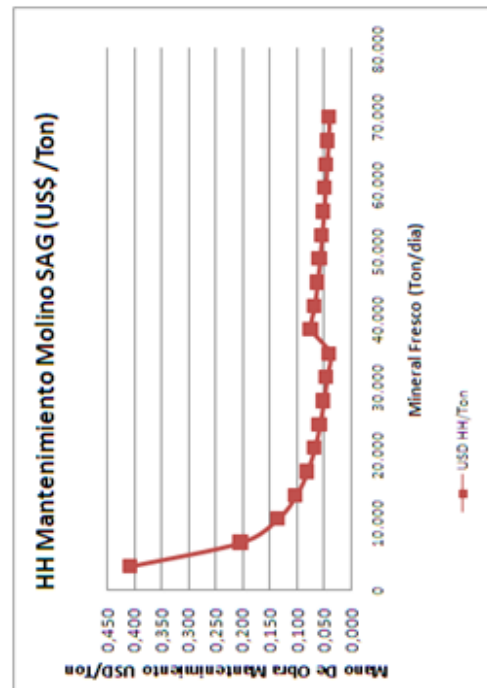
Nota: Remuneraciones costo empresa incluye todos los servicios al personal y bonificaciones.

Cuadro N° 5.10: Costos por mano de obra “HH” de mantenimiento molino SAG.⁷⁴

Figura N° 5.7: Costos mano de obra “HH” de mantenimiento molino SAG.³⁵

3.1 Personal de mantenimiento Molino SAG

% Proc. Total	Ton/Día	Ton/hr	Nº Técnicos Eléctricos	Nº Técnicos Instrumentistas	Nº Técnicos Mecánicos	Nº Planificación	TURNOS	HH Técnicos Eléctricos	HH Técnicos Instrum.	HH Técnicos Mecánicos	HH Planificación	Total USD	HH/Turno 12 Hr	HH	HH Mant/Ton	USD HH/Ton
0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0,000
5%	3.500	146	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,576	0,408
10%	7.000	292	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,268	0,204
15%	10.500	438	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,192	0,136
20%	14.000	583	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,144	0,102
25%	17.500	729	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,115	0,082
30%	21.000	875	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,096	0,068
35%	24.500	1.021	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,082	0,058
40%	28.000	1.167	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,072	0,051
45%	31.500	1.313	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,064	0,045
50%	35.000	1.458	2	1	3	1	1	24	12	36	12	1428	84	84	0,058	0,041
55%	38.500	1.604	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,105	0,074
60%	42.000	1.750	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,096	0,068
65%	45.500	1.896	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,089	0,063
70%	49.000	2.042	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,082	0,058
75%	52.500	2.188	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,077	0,054
80%	56.000	2.333	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,072	0,051
85%	59.500	2.479	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,068	0,048
90%	63.000	2.625	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,064	0,045
95%	66.500	2.771	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,061	0,043
100%	70.000	2.917	2	1	3	1	2	48	24	72	24	2856	84	168	0,058	0,041



⁷⁴Fuente: Elaboración Propia.

3. Modelación de Consumo de Repuestos mantenimiento Molino SAG.

Para la estimación de consumibles en repuestos se trabaja sobre un molino SAG de las siguientes características.

Cuadro N° 5.11: Especificación molino SAG 70,000 Ton/día⁷⁵

DATOS DE ESPECIFICACIÓN MOLINO SAG	
Fabricante molino	FL SMITH "FULLER".
Fabricante motor	SIEMENS AG
Dimensiones D x L	38 X 19 feet.
Potencia	30000 HP 22380 KW
Tipo de accionamiento	GEAR-LESS.
Capacidad de procesamiento	3000 Ton/hr.
Tamaño de bola	5".
Nivel de llenado de carga total	26 a 36 %.
Nivel de llenado de bolas	12 A 14 %.
Concentración de sólidos	70 %.
Velocidad de operación normal	9,7 RPM. VARIABLE - CICLONVERSOR
Diseño de parilla interna	SLOT CIRCUNFERENCIALES, 1 COLUMNA.
Abertura slot parilla int	30 mm.
Consumo específico de energía	8 KWh/Ton.

El siguiente recuadro muestra el costo global asociado a los repuestos e insumos de mantenimiento molino SAG. Más adelante son tratados cada uno de estos ítems con mayor detalle.

Cuadro N° 5.12: Consumo anual de repuestos por mantenimiento molino SAG.⁷⁶

2. Repuestos de Mantenimiento		
Área Mecánica		Total Anual USD
2.1 Revestimientos Molino		2.042.040
2.2.1 Insumos y repuestos de Mantenimiento		277.627
Área Eléctrica		Total Anual USD
2.2.2 Área Eléctrica e instrumentación		232.220
Total Anual	USD	2.551.887
Procesamiento Anual	Ton	24.528.000
Costo Repuestos	USD/Ton	0,104

⁷⁵ Datos de proyecto Minera Los Bronces Anglo American.

⁷⁶ Fuente: Elaboración propia, referencia minera Los Pelambres.

3.1. Revestimientos Molino SAG.

Dado que los consumibles “repuestos” están evaluados en función de la producción “Ton Molida/Hr” estos tienen distinta frecuencia de cambio se trabajó en la modelación sobre un horizonte de 10 años. Para cada ítem se asignó una tasa “frecuencia” de cambio y se consolidó todo en un costo por tonelada durante el periodo.

El proceso de molienda SAG se caracteriza por ser un proceso altamente abrasivo y de desgaste para los materiales y piezas que están en contacto directo con el mineral al interior del molino “Revestimientos y Bolas”, siendo los revestimientos uno de los ítems “consumibles” que mayor impacto tiene en la producción, para la evaluación de los costos se consideró la frecuencia de cambio de 6 meses en promedio.

Figura N° 5.8: Detalle de revestimientos interior molino SAG.⁷⁷



Cuadro N° 5.13: Detalle de revestimientos molino SAG.⁶⁵

2. Repuestos de Mantenimiento						
2.1 Revestimientos Molino						
Tipo	# Piezas	Tipo	Costo Unitario USD	Frecuencia de cambio meses	Costo Anual USD	
2.1.1. Tapa de Descarga						
Pulp Lifter	9	Acero Engomado	2.800	6	50.400	
Anillo 1, 2, 3 y 4	18	Acero Engomado	3.500	6	126.000	
Coraza parrilla descarga.	9	Acero Engomado	2.100	6	37.800	
Coraza intermedia.	9	Acero fundido	2.100	6	37.800	
Coraza interior.	18	Acero fundido	2.240	6	80.640	
Piezas ciegas	12	Acero fundido	2.240	6	53.760	
Semi parrillas	6	Acero fundido	3.500	6	42.000	
Parrillas	18	Acero fundido	5.600	6	201.600	
2.1.2. Cilindro						
Lifter	60	Acero fundido	8.400	6	1.008.000	
2.1.3. Tapa Alimentación						
Pulp Lifter	9	Acero Engomado	2.800	12	25.200	
Coraza deflectora.	18	Acero Engomado	3.500	6	126.000	
Coraza interior.	9	Acero Engomado	2.100	12	18.900	
Coraza intermedia.	9	Acero fundido	2.100	12	18.900	
Coraza exterior.	18	Acero fundido	2.240	6	80.640	
Coraza exterior pieza única.	24	Acero fundido	5.600	12	134.400	
Nota: Pernos de instalación incluidos en el precio unitario.						
Total Anual				USD	2.042.040	
Procesamiento Anual				Ton	24.528.000	
Costo Revestimientos				USD/Ton	0,083	

⁷⁷ Molino SAG – Minera Los Pelambres.

3.2. Repuestos e insumos mecánicos mantención Molino SAG.

Se considera los repuestos e insumos asociados al mantenimiento mecánico molino SAG de los subsistemas de apoyo a la operación del equipo, estos son, sistema de lubricación, chute de alimentación, sistema de refrigeración motor, harnero vibrador, motor molino.

Cuadro Nº 5.14: Detalle de insumos y repuestos mantenimiento mecánico molino SAG.⁷⁸

2.2 Insumos y repuestos de Mantenimiento					
2.2.1 Área Mecánica	Unidad	Cantidad	Costo Unitario USD	Frecuencia de cambio meses	Costo Anual USD
Parrillas de descarga	un	200	200	6	80.000
Motor vibrador	un	2	25000	12	50.000
Bomba de Alta Presión	un	3	40000	36	40.000
Revestimientos Chute de Alimentación	un	15	800	6	24.000
Ventiladores Motor	un	8	5000	24	20.000
Bomba de Baja Presión	un	2	25000	36	16.667
Intercambiadores de calor motor	un	4	8000	24	16.000
Distribuidores de flujo	un	4	12000	36	16.000
Intercambiadores de calor Lubricación	un	2	12000	36	8.000
Aceite circuito Lubricación	lt	5000	1,2	12	6.000
Sellos molino	Kg	400	1,2	6	960
Grasa	Kg	200	4	12	800
Total Anual				USD	277.627
Procesamiento Anual				Ton	24.528.000
Costo Repuestos Mecánicos				USD/Ton	0,011

3.3. Repuestos e insumos eléctricos e instrumentación mantención Molino SAG.

Se considera los repuestos e insumos asociados al mantenimiento eléctrico e instrumentación molino SAG de los subsistemas de apoyo a la operación del equipo, estos son, motor eléctrico molino, sala eléctrica, sistema de control PLC, sistema de control Cicloconvertor, sistema de lubricación, sistema de refrigeración motor, harnero vibrador.

Cuadro Nº 5.15: Detalle de insumos y repuestos mantenimiento eléctrico molino SAG.³⁹

2.2.2 Área Eléctrica e instrumentación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario USD	Frecuencia de cambio meses	Costo Anual USD
Lazo Cerrado de control SimadynD	un	1	500000	120	50.000
PLC Simatic S5	un	1	450000	120	45.000
Bobinas Motor	un	2	150000	120	30.000
Cicloconvertor	un	1	450000	240	22.500
Sistema de control HMI	un	2	45000	60	18.000
Partidores MCC Nema 2, 3 y 4	un	12	3000	36	12.000
Trasmisores de presión	un	12	8500	120	10.200
Trasmisores de Flujo	un	12	8000	120	9.600
Transformadores Cicloconvertor	un	3	55000	240	8.250
Sensores Capacitivos	un	8	5000	60	8.000
Sensores inductivos	un	12	4500	120	5.400
Motor ventilador motor	un	8	2000	60	3.200
Bomba de refrigeración Cicloconvertor	un	2	5000	48	2.500
Sistema de refrigeración Trane Sala Eléct	un	2	5000	60	2.000
Intercambiador de calor Cicloconvertor	un	2	3500	48	1.750
Transformador Excitación	un	1	35000	240	1.750
Silicona refrigeración transformadores	lt	3000	4,5	120	1.350
Sensores de temperatura Pt100	un	24	300	120	720
Total Anual				USD	232.220
Procesamiento Anual				Ton	24.528.000
Costo Repuestos Eléctricos				USD/Ton	0,009

⁷⁸ Molino SAG – minera Los Pelambres.

4. Definición y modelación de costos directos de producción.

Con el objetivo de poder asignar variabilidad al proyecto “Servicio integral de molienda SAG” se crea una tabla resumen de sensibilidad, dichos datos permiten realimentar los análisis de costos, análisis de estados financieros como son, momento mensual, estado resultado, flujo caja, balance, calculo de valor firma.

Cuadro N° 5.16: Tabla de definición de variables modelación de costos asociados a la operación y mantenimiento de “Molienda SAG”.⁷⁹

DEFINICION DE VARIABLES			
TONELAJE DISEÑO MOLINO	70000	Ton/Dia	
Disponibilidad Molino	96,00%		
Producción	67.200	Ton/Dia	
Ley De Cabeza Mineral Cu	0,75%		
Recuperacion flotación	90%		
Costo De producción Lb CuFino	1,40	USD/Lb	
Precio Cobre Fino - Bolsa Metales De Londres	3,00	USD/Lb	
Tipo De Cambio	510,00	CLP\$/USD	
Precio Energia Eléctrica	80,00	USD/MWHR	
Cal	0,40	USD/Kg	
Bolas 5"	0,1	Kg/Ton	
	0,80	USD/Kg	
	0,245	Kg/Ton	
Agua de Proceso	0,25	USD/m3	
	0,10	m3/Ton	
Costo Operación Sin Modelo	1,40	USD/Ton	
SALARIOS RRHH (Costo Empresa)			
Personal de Operaciones	Salario/Mes		USD/HH
Operador 1 (Supervisor)	\$ 1.900.000	CLP	20,70
Operador 2	\$ 1.250.000	CLP	13,62
Personal de Mantenimiento	Salario/Mes		USD/HH
Supervisor	\$ 2.100.000	CLP	22,88
Técnico	\$ 1.300.000	CLP	14,16

4.1. Disponibilidad Molino SAG.

La Disponibilidad se define por la posibilidad de utilización desde el punto de vista técnico. Se representa mediante la relación porcentual entre el tiempo de funcionamiento y el tiempo total.

$$A = \frac{UT}{(UT + DT)}; \text{ UT: Up Time; DT: Down Time.}$$

⁷⁹ Fuente: Elaboración propia.

Considerando las siguientes variables:

$$UT = \sum_{i=1}^N T_i \quad ; \quad DT = \sum_{i=1}^N t_i$$

Donde:

- Ti Tiempo de funcionamiento entre cada ciclo de funcionamiento / reparación.
- t i Tiempo de reparación en cada ciclo funcionamiento / reparación.
- N Número de ciclos funcionamiento / reparación en análisis.

Otra forma de calcular el DT es:

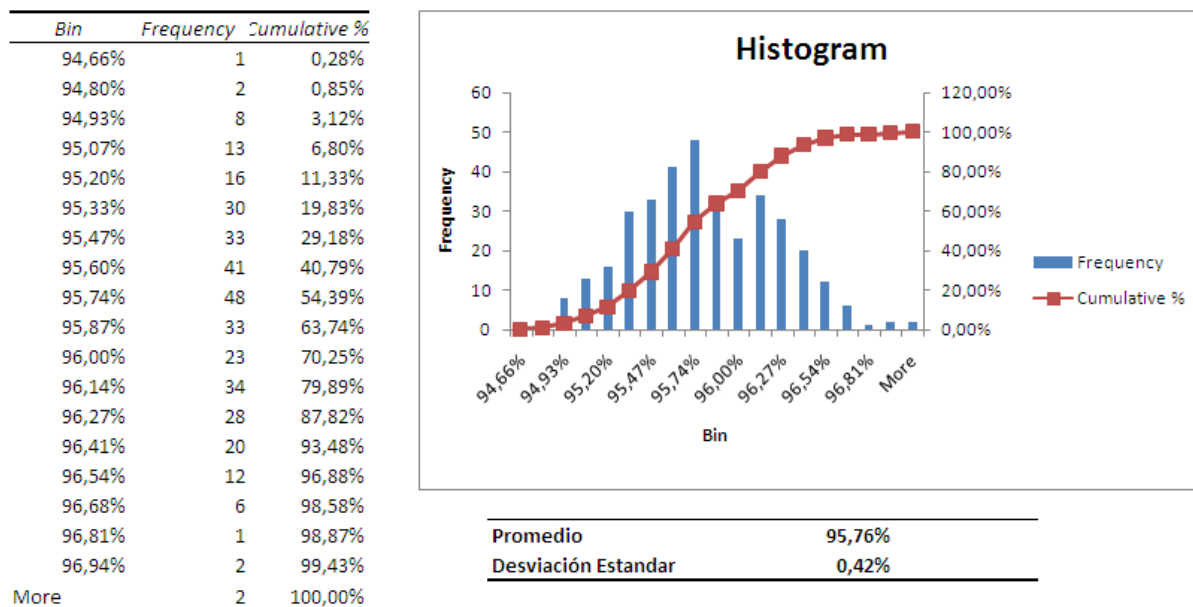
$$DT = (MTTRc) \times (Nc) + (MTTRp) \times (Np)$$

Donde:

- Nc Número de intervenciones por mantenimiento correctivo (reparaciones) en el periodo.
- Np Número de intervenciones por mantenimiento preventivo en el periodo.
- MTTRc Tiempo medio de reparación correctiva.
- MTTRp Tiempo medio de reparación preventiva.

El proyecto considera un incremento en la disponibilidad del molino SAG del 2% como media, siendo la disponibilidad media actual de 94 %

Figura Nº 5.9: Distribución usada para disponibilidad Molino SAG.⁸⁰

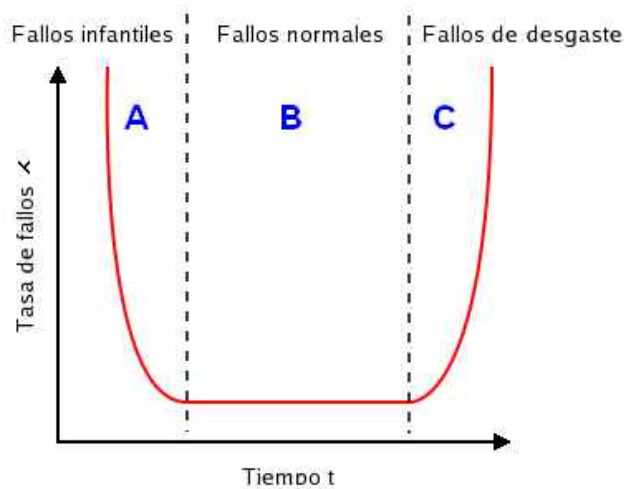


⁸⁰ Datos de industria, referencia Minera Los Pelambres.

4.2. Confiabilidad Molino SAG.

La confiabilidad $R(t)$ puede representarse mediante diversos modelos de probabilidades, según la etapa de ciclo de vida en que se encuentre el equipo.

Figura N° 5.10: Curva de la Bañera.⁸¹



Donde:

A: Corresponde a la etapa de **Rodaie**, la disponibilidad $R(t)$ se representa mediante una distribución Weibull.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\alpha}\right)^\beta}$$

B: Corresponde a la etapa de **vida útil**, la disponibilidad $R(t)$ se representa mediante una distribución normal.

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt$$

C: Corresponde a la etapa de desgaste, la disponibilidad $R(t)$ se representa mediante una distribución exponencial con λ constante.

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dado que el servicio de molienda SAG en una primera etapa está enfocado en los operadores mineros existente, donde los molinos SAG ya pasaron la etapa de puesta en marcha donde aparecen los fallos infantiles, se considera para efectos simulación la condición de quipo en régimen estable de operación donde la distribución de las fallas obedece a una distribución probabilística del tipo normal.

Con la consideración anteriormente planteada, se realiza la simulación de los costos de mantenimiento considerando el total del periodo (5 años 2012 al 2016).

⁸¹ Fuente: Elaboración propia.

4.3. Distribución Normal del Precio Energía Eléctrica SIC “US\$/MWhr”.

Figura Nº 5.11: Distribución usada para precio de energía eléctrica.⁸²

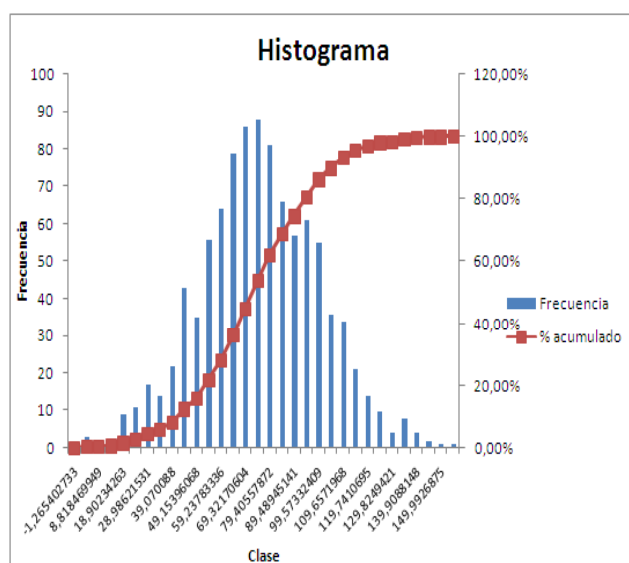
Datos de precio energía electrica SIC (USD\$/MWh)

2012	90,2	110,0	115,00	117,0	74,4	56,7	51,5	52,3	54,4	58,5
2013	72,4	88,5	91,30	85,0	71,6	54,0	51,2	54,1	45,8	53,7
2014	63,2	78,0	89,70	84,0	52,1	49,0	47,0	44,6	40,5	52,6
2015	65,2	86,4	95,50	88,7	64,7	48,3	45,9	51,8	45,6	67,2
2016	97,4	135,3	139,60	122,3	88,1	72,9	59,8	61,5	58,4	68,3

promedio	72,2
desviación estandar	24,8
Desv + Sigma	97,0
Desv - Sigma	47,3

FUENTE Comisión nacional de energía
 Precios de nudo SIC – SING – AYSÉN y Magallanes
http://www.cne.cl/cnewww/openscms/06_Estadisticas/energia/Electricidad.html

Clase	Frecuencia	% acumulado
-1,27	1	0,10%
3,78	3	0,41%
8,82	1	0,51%
13,86	2	0,71%
18,90	9	1,62%
23,94	11	2,74%
28,99	17	4,46%
34,03	14	5,88%
39,07	22	8,11%
44,11	43	12,47%
49,15	35	16,02%
54,20	56	21,70%
59,24	64	28,19%
64,28	79	36,21%
69,32	86	44,93%
74,36	88	53,85%
79,41	81	62,07%
84,45	66	68,76%
89,49	57	74,54%
94,53	61	80,73%
99,57	55	86,31%
104,62	36	89,96%
109,66	34	93,41%
114,70	21	95,54%
119,74	14	96,96%
124,78	10	97,97%
129,82	4	98,38%
134,87	8	99,19%
139,91	4	99,59%
144,95	2	99,80%
149,99	1	99,90%
y mayor...	1	100,00%



⁸² Fuente: Comisión nacional de energía, precio nudo SIC y SING.

4.4. Resultado de modelación de costos directos de producción.

De la simulación de costos de producción, se obtiene los costos variables, marginales (Usd/Ton) en función de tonelaje molido “procesado molino SAG”, también se obtiene como resultado referencial (Usd/Ton) de la cantidad de concentrado de cobre y cobre fino, estos últimos dos indicadores son el output final del proceso que nos permiten cuantificar el peso en términos de costo de la molienda sobre el costo total del producto final.

Cuadro Nº 5.17: Resumen de modelación de costos asociados a la operación y mantenimiento de “Molienda SAG”.⁸³

Resumen de costos "PRODUCCIÓN" Molienda SAG

PRODUCCION			Insumos Producción					RRHH Personal Operaciones	Costo Variable Operación	RRHH Personal Mantenimiento	Repuestos
% Proc. Total	Alim. Mineral Ton/Día	Ton/Hr	E.Eléctrica USD/Ton	Bolas 5" USD/Ton	Cal USD/Ton	Agua Proceso USD/Ton	Total Insumos USD/Ton	USD/Ton	USD/Ton	USD/Ton	USD/Ton
0%	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5%	3500	146	8,195	0,196	0,040	0,025	8,455	0,118	8,573	0,430	0,104
10%	7000	292	4,205	0,196	0,040	0,025	4,465	0,059	4,524	0,215	0,104
15%	10500	438	2,875	0,196	0,040	0,025	3,135	0,039	3,175	0,143	0,104
20%	14000	583	2,210	0,196	0,040	0,025	2,470	0,029	2,500	0,107	0,104
25%	17500	729	1,811	0,196	0,040	0,025	2,071	0,024	2,095	0,086	0,104
30%	21000	875	1,545	0,196	0,040	0,025	1,805	0,020	1,825	0,072	0,104
35%	24500	1,021	1,355	0,196	0,040	0,025	1,615	0,017	1,632	0,061	0,104
40%	28000	1,167	1,212	0,196	0,040	0,025	1,473	0,015	1,488	0,054	0,104
45%	31500	1,313	1,102	0,196	0,040	0,025	1,362	0,013	1,375	0,048	0,104
50%	35000	1,458	1,013	0,196	0,040	0,025	1,273	0,012	1,285	0,043	0,104
55%	38500	1,604	0,940	0,196	0,040	0,025	1,201	0,021	1,222	0,078	0,104
60%	42000	1,750	0,880	0,196	0,040	0,025	1,140	0,020	1,160	0,072	0,104
65%	45500	1,896	0,829	0,196	0,040	0,025	1,089	0,018	1,107	0,066	0,104
70%	49000	2,042	0,785	0,196	0,040	0,025	1,045	0,017	1,062	0,061	0,104
75%	52500	2,188	0,747	0,196	0,040	0,025	1,007	0,016	1,023	0,057	0,104
80%	56000	2,333	0,714	0,196	0,040	0,025	0,974	0,015	0,989	0,054	0,104
85%	59500	2,479	0,684	0,196	0,040	0,025	0,945	0,014	0,959	0,051	0,104
90%	63000	2,625	0,658	0,196	0,040	0,025	0,919	0,013	0,932	0,048	0,114
95%	66500	2,771	0,635	0,196	0,040	0,025	0,895	0,012	0,908	0,045	0,134
100%	70000	2,917	0,614	0,196	0,040	0,025	0,874	0,012	0,886	0,043	0,194

PRODUCCION			Costo Variable Mantenimiento	Costo Variable total Molienda SAG	Costo Variable total Molienda SAG	COSTO MARGINAL CMg	COSTO VARIABLE MEDIO CV Me	Producción Concentrado Cu	COSTO MARGINAL CMg	COSTO VARIABLE MEDIO CV Me	Producción Cobre Fino	COSTO MARGINAL CMg	COSTO VARIABLE MEDIO CV Me
% Proc. Total	Alim. Mineral Ton/Día	Ton/Hr	USD/Ton	USD/Ton	USD	USD/Ton	USD/Ton	Ton/Día	USD/Ton	USD/Ton	Lb/Día	USD/Ton	USD/Ton
0%	0	0	0,000	0,000	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-
5%	3500	146	0,534	9,107	31,873,1	9,107	9,107	62,2	512,0	512,0	52,094,8	0,612	0,612
10%	7000	292	0,319	4,843	33,901,0	0,579	4,843	124,5	32,6	272,3	104,189,6	0,039	0,325
15%	10500	438	0,247	3,422	35,928,8	0,579	3,422	186,8	32,6	192,4	156,284,5	0,039	0,230
20%	14000	583	0,211	2,711	37,956,7	0,579	2,711	249,0	32,6	152,4	208,379,3	0,039	0,182
25%	17500	729	0,190	2,285	39,984,6	0,579	2,285	311,2	32,6	128,5	260,474,1	0,039	0,154
30%	21000	875	0,176	2,001	42,012,4	0,579	2,001	373,5	32,6	112,5	312,568,9	0,039	0,134
35%	24500	1,021	0,165	1,798	44,040,3	0,579	1,798	435,7	32,6	101,1	364,663,7	0,039	0,121
40%	28000	1,167	0,158	1,645	46,068,1	0,579	1,645	498,0	32,6	92,5	416,758,5	0,039	0,111
45%	31500	1,313	0,152	1,527	48,096,0	0,579	1,527	560,2	32,6	85,8	468,853,4	0,039	0,103
50%	35000	1,458	0,147	1,432	50,123,8	0,579	1,432	622,5	32,6	80,5	520,948,2	0,039	0,096
55%	38500	1,604	0,182	1,404	54,066,7	1,127	1,404	684,7	63,3	79,0	573,043,0	0,076	0,094
60%	42000	1,750	0,176	1,336	56,094,6	0,579	1,336	747,0	32,6	75,1	625,137,8	0,039	0,090
65%	45500	1,896	0,170	1,277	58,122,4	0,579	1,277	809,2	32,6	71,8	677,232,6	0,039	0,086
70%	49000	2,042	0,165	1,228	60,150,3	0,579	1,228	871,5	32,6	69,0	729,327,5	0,039	0,082
75%	52500	2,188	0,161	1,184	62,178,2	0,579	1,184	933,7	32,6	66,6	781,422,3	0,039	0,080
80%	56000	2,333	0,158	1,147	64,206,0	0,579	1,147	996,0	32,6	64,5	833,517,1	0,039	0,077
85%	59500	2,479	0,155	1,113	66,233,9	0,579	1,113	1,058,3	32,6	62,6	885,611,9	0,039	0,075
90%	63000	2,625	0,162	1,094	68,891,7	0,759	1,094	1,120,5	42,7	61,5	937,706,7	0,051	0,073
95%	66500	2,771	0,179	1,087	72,284,6	0,969	1,087	1,182,8	54,5	61,1	989,801,5	0,065	0,073
100%	70000	2,917	0,237	1,123	78,617,4	1,809	1,123	1,245,0	101,7	63,1	1,041,896,4	0,122	0,075

⁸³ Fuente: Elaboración propia.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Figura N° 5.12: Detalle de costos (Usd/ton) sobre flowsheet operacional "servicio de molienda SAG".⁸⁴

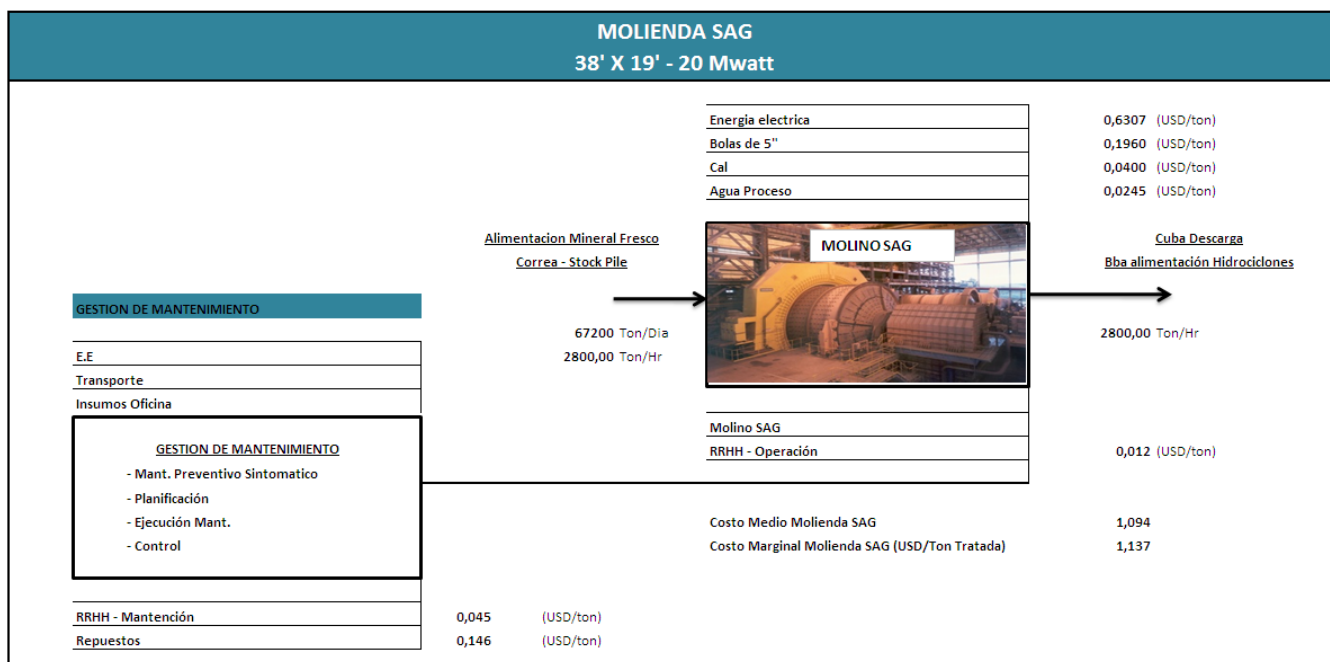
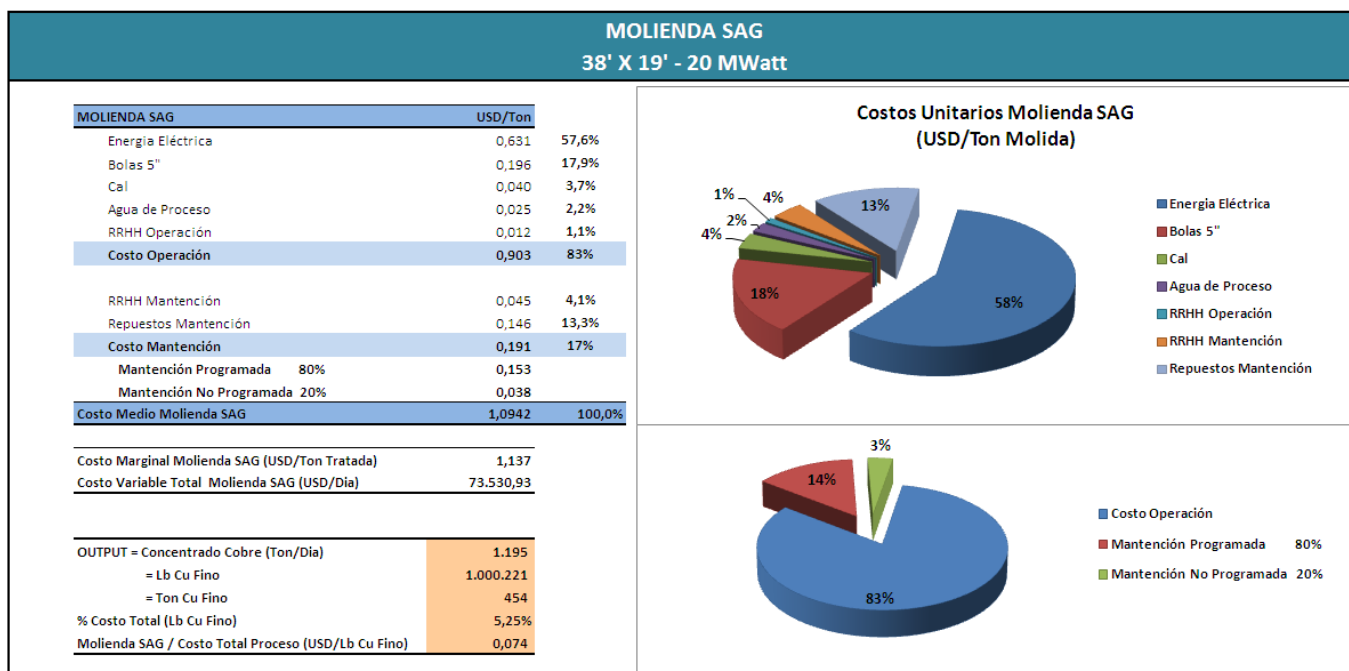


Figura N° 5.13: Detalle de costos (Usd/ton) "servicio de molienda SAG".⁸⁴



⁸⁴ Fuente: Elaboración propia.

5. Modelo de ingresos.

A continuación se detallan los ingresos que se obtienen por venta de mineral tratado en molienda SAG (Usd/Ton Molida).

Básicamente los ingresos resultan del diferencial de costos de producción entre los costos propios del cliente de realizar en forma internalizada la molienda SAG y los costos de producción de la subcontratación de los servicios de molienda SAG.

Los costos de producción de los distintos operadores mineros son mostrados en cuadro N° 5.18.

Cuadro N° 5.18: Clasificación de operadores mineros por nivel de costo operacional y participación de mercado molienda SAG⁸⁵.

OPERADORES MINEROS Costos Operacionales - Molienda SAG							
EMPRESA	PROYECTO	REGIÓN	Molinos SAG	PROCESAMIENTO Kton/día x Mol	PROCESAMIENTO Kton/día	% Prod	Costo Producción USD/Ton Molida
CODELCO	Division Chuquicamata	II	2	40	80	6,1%	1,788
CODELCO	Division El Teniente I	VI	1	30	30	2,3%	1,537
COLLAHUASI	Collahuasi Fase I	I	1	45	45	3,4%	1,450
FREEPORT MC MORAN	Candelaria	III	2	42	84	6,4%	1,444
CODELCO	Division Andina - Fase I	V	1	45	45	3,4%	1,335
ANGLO AMERICAN	Los Bronces	RM	1	70	70	5,3%	1,300
CODELCO	Division El Teniente - ACB I	VI	3	55	165	12,6%	1,254
CODELCO	Division El Teniente - ACB II	VI	1	55	55	4,2%	1,254
CODELCO	Division Andina - Fase II	V	1	30	30	2,3%	1,199
BHP BILLITON	Escondida Fase V	II	4	75	300	22,9%	1,177
ANTOFAGASTA MIN.	Minera Esperanza	II	2	45	90	6,9%	1,172
TECK	Carmen de Andacollo	IV	1	45	45	3,4%	1,134
ANTOFAGASTA MIN.	Los Pelambres - Fase I	IV	2	65	130	9,9%	1,019
ANTOFAGASTA MIN.	Los Pelambres - Fase II	IV	2	70	140	10,7%	1,008

Los costos de producción del servicio externalizado como subcontrato “proyecto servicio de molienda SAG” se obtienen como resultado de la modelación de costos, dichos costos están alrededor de los 1,1 (Usd/Ton Molida), para mayor detalle ver figura N° 5.17.

⁸⁵ Informe de Comisión Chilena Del Cobre Cochilco, costos operacionales en la minería Chilena, Informe Julio 2010.

VI. Modelo de simulación Financiera

En el presente capítulo se describe el modelo de simulación financiera, el primer análisis corresponde a la condición de empresa sin proyecto, donde se consideran el balance general, estado de resultado como entradas del modelo para poder construir el flujo de caja, con el fin de proyectarlos y lograr determinar el valor firma “VF sin proyecto”.

El segundo análisis financiero se realiza al proyecto de empresa “servicio de molienda SAG” en forma aislada, desde donde se obtiene el estado de resultado teniendo como parámetros de entrada el momento mensual del proyecto. Dicho estado resultado proyectado en conjunto con los informes financieros de la condición empresa sin proyecto, nos permiten construir nuevamente el balance general y flujo de caja para la condición de empresa con proyecto, estos últimos estados financieros nos permitirá determinar el valor firma “VF Con proyecto”.

Obtenidos los valores firma de la empresa HighService Ltda para condición sin proyecto y con proyecto, se procederá a determinar el aporte del proyecto para la empresa. El aporte del proyecto se obtiene del diferencial del valor firma condición con proyecto menos valor firma condición sin proyecto.

El análisis financiero para condición de empresa con proyecto considera las variabilidades definidas para los factores productivos y costos por mantenimiento, los que fueron detalladas en capítulo V.

1. Análisis de la empresa “Sin Proyecto”.

A continuación se detalla el análisis financiero de la empresa HighService Ltda para condición sin proyecto “servicios de mantenimiento eléctrico e instrumentación”, con el fin de determinar el valor firma.

1.1. Balance General – HighService Ltda, Sin Proyecto.

En cuadro Nº 6.1, se presenta balance general clasificado para condición sin proyecto a diciembre 2010.

Para entregar mayor información de los estados financieros se introducirán una serie de notas aclaratorias que permitirán explicar y entregar mayor información de los respectivos montos mostrados.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Cuadro N° 6.1: Balance general clasificado HighService Ltda “Sin Proyecto”, Diciembre 2010⁸⁶.

BALANCE GENERAL CLASIFICADO		31 de diciembre de 2010	
RAZÓN SOCIAL		INDUSTRIAL SUPPORT COMPANY LTDA	
GIRO		Servicios a Minería	
DIRECCION		Coyuncura 2283 Oficina 401, Providencia	
SIN PROYECTO			

ACTIVOS	(CLP M\$)	PASIVOS	(CLP M\$)
DISPONIBLE	208.060	OBLIGACIONES CON BANCOS E INSTITUCIONES FINANCIERAS CORTO PLAZO	353.610
DEPÓSITOS A PLAZO		OBLIGACIONES CON BANCOS E INSTITUCIONES FINANCIERAS L/P, PORCIÓN C/P	
VALORES NEGOCIABLES (NETO)	15.041	OBLIGACIONES POR LEASING	3.870
DEUDORES POR VENTA (NETO)	1.654.599	CUENTAS POR PAGAR	318.733
DOCUMENTOS POR COBRAR (NETO)		DOCUMENTOS POR PAGAR	1.464.021
DEUDORES VARIOS (NETO)	206.513	DOCUMENTOS Y CUENTAS POR PAGAR EMPRESAS RELACIONADAS	
EXISTENCIAS (NETO)	619	ACREEDORES VARIOS	179.115
IMPUESTOS POR RECUPERAR		PROVISIONES	353.269
GASTOS PAGADOS POR ANTICIPADO	15.737	RETENCIONES	254.538
IMPUESTOS DIFERIDOS	27.501	IMPUESTOS A LA RENTA	36.402
INVERSIONES Y OBRAS EN EJECUCIÓN		IMPUESTOS DIFERIDOS	174.347
OTROS ACTIVOS CIRCULANTES	24.192	OTROS PASIVOS CIRCULANTES	
TOTAL ACTIVOS CIRCULANTES	2.152.262	TOTAL PASIVOS CIRCULANTES (O DE CORTO PLAZO)	3.137.905
TERRENOS	102.460	OBLIGACIONES CON BANCOS E INSTITUCIONES FINANCIERAS	233.001
CONSTRUCCIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	104.980	DOCUMENTOS POR PAGAR	
MAQUINAS Y EQUIPOS	527.195	ACREEDORES VARIOS LP	177.394
MUEBLES Y UTILES	162.419	PROVISIONES	161.229
ACTIVOS FIJOS EN LEASING	69.144	IMPUESTO DIFERIDO L/P	
OTROS ACTIVOS FIJOS		OTROS PASIVOS L/P	
DEPRECIACION ACUMULADA DEL EJERCICIO(CTA, PÉRDIDAS) (MENOS)	(544.291)	TOTAL PASIVOS A LARGO PLAZO	571.624
TOTAL ACTIVOS FIJOS	421.907	TOTAL PASIVOS	3.709.529
INVERSIONES EN EMPRESAS RELACIONADAS	1.672.477		
INVERSION EN PROYECTOS	631.125	PATRIMONIO	(CLP M\$)
INTANGIBLES	124.956	CAPITAL PAGADO	124.000
IMPUESTO DIFERIDO L/P	36.588	REVALORIZACION CAPITAL PROPIO	48.499
IMPUESTOS DIFERIDOS ACTIVO		RETIRO DE LOS SOCIOS	(176.136)
OTROS ACTIVOS		UTILIDAD RETENIDAS	898.100
TOTAL OTROS ACTIVOS	2.465.146	DIVIDENDOS PROVISORIOS O RETIROS PERSONALES (MENOS)	
TOTAL ACTIVOS	5.039.315	UTILIDAD (PERDIDA DEL EJERCICIO)	435.323
		TOTAL PATRIMONIO	1.329.786
		TOTAL PASIVOS + PATRIMONIO	5.039.315
		TOTAL ACTIVOS - (TOTAL PASIVOS + PATRIMONIO) = 0	0

1.1.1. Descripción Balance General – HighService Ltda, Sin Proyecto.

Para todas las cifras están en miles de pesos (M\$).

1.1.2. Detalle de activos en balance general.

Disponible: La cuenta “Disponible” corresponde a efectivo en caja, saldos en bancos, depósitos a plazo, fondos mutuos, opciones de corto plazo. Monto cuenta M\$208.060.-

Activos circulantes: La cuenta “deudores por venta” corresponde a deudores comerciales, cuentas por cobrar por arrendamiento financieros que poseen empresas o entidades con HighService Ltda. Monto cuenta M\$1.654.599⁸⁷.-

⁸⁶ Fuente: Departamento contabilidad empresa HighService Ltda.

⁸⁷ El excesivo monto de esta cuenta está justificado por retenciones de estado de pago por adicionales a contrato de servicios con Codelco División Andina.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Activos fijos al costo: Las cuentas de Terrenos, construcciones, maquinaria, equipos, infraestructura, activos por leasing, corresponden a la infraestructura propia de la empresa para brindar los servicios de mantenimiento en las disciplinas de electricidad e instrumentación asociadas a plantas concentradoras de producción de cobre fino o concentrado de cobre. Monto cuenta M\$966.198.-

Depreciación acumulada: Cuenta que indica la reducción en el valor del equipo acumulado. Este equipo es el indicado en activos fijos. Monto cuenta M\$-544.291.-

Activo fijo neto: Corresponde a la diferencia entre el activo fijo al costo y la depreciación acumulada. Monto cuenta M\$421.907.- (M\$966.198 – M\$544.291)

Otros activos: La cuenta otros activos, corresponde a inversiones y proyectos en empresas relacionadas⁸⁸, cuentas por cobrar no corriente, otros activos no financieros no corrientes e impuestos diferidos. Monto cuenta M\$2.465.146.-

Total Activos: Cuenta total activos, corresponde a la suma de las cuentas disponible, activo circulante, activo fijo, otros activos. Monto cuenta M\$5.039.315.-

1.1.3. Detalle de pasivos en balance general.

Pasivo circulante:

Cuenta “obligaciones con bancos corto plazo” corresponde otras provisiones corrientes ingresadas al balance. Monto cuenta M\$353.610.-

Cuenta “cuentas por pagar”, corresponde a cuentas por pagar a entidades relacionadas con proveedores. Monto cuenta M\$318.733.-

Cuentas acreedores varios, retenciones provisiones por beneficios a empleados corrientes y pasivos por impuestos corrientes. Monto total cuentas M\$997.671.-

Cuenta “documentos por pagar”, obligaciones corto plazo con entidades financieras crediticias. Monto cuenta de M\$1.464.021.-

Deuda a largo plazo: Cuenta “Deuda a Largo Plazo” corresponde al compromiso que HighService Ltda posee con entidades bancarias (Banco Chile y BCI) por la adquisición de capital de trabajo inicial de los diferentes contratos que la empresa tiene, parte de este capital es destinado a adquisición de activos fijos (maquinaria, herramientas, terrenos, otros) y otra parte a remuneraciones y beneficios al personal en el inicio del contrato. Monto cuenta M\$571.624.-

⁸⁸ HighService Ltda, socio mayoritario de MIRS “Mining Industry Robotic Solution”, socios Codelco Chile, Nippon Mining & Metals Co, KUKA Roboter GMBH, HighService. www.mirs.cl

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Total Pasivos: Cuenta "total pasivos" corresponde a la suma de las cuentas pasivo circulante, deuda a largo plazo. Monto cuenta M\$3.709.529.-

1.1.4. Detalle del patrimonio en balance general.

A continuación se detallan las cuentas que componen el "patrimonio" HighService Ltda:

Capital: Es el dinero que aportan los propietarios a la empresa. Monto cuenta M\$124.000.-

Revalorización de capital propio: Ajuste del patrimonio según la moneda en fecha de cierre del balance. Monto cuenta M\$48.499.-

Dividendos: Es la utilidad repartida entre los socios. Monto cuenta M\$176.136.-

Utilidad retenida: Utilidad acumulada desde la fecha que se creó la sociedad y corresponde a la utilidad del ejercicio acumulado menos los dividendos entregados. Monto cuenta M\$898.100.-

Utilidad ejercicio: Utilidad del estado de resultado para el periodo analizado. Monto cuenta M\$435.323.-

Total Patrimonio: Corresponde a la suma de las cuentas anteriormente detalladas. Monto patrimonio M\$1.329.786.-

1.1.5. Ratios Financieros del balance general.

Capital de Trabajo: El capital de trabajo neto se define como los activos circulantes menos los pasivos circulantes; estos últimos incluyen préstamos bancarios, papel comercial, remuneraciones e impuestos acumulados. Es una medida de la capacidad que tiene una empresa para continuar con el normal desarrollo de sus actividades en el corto plazo.

Capital de Trabajo	M\$	-985.643
Activo Circulante	M\$	2.152.262
Pasivo Circulante	M\$	3.137.905

Significa que la empresa NO posee recursos para realizar sus operaciones en el corto plazo.

Estructura de Capital: En finanzas, la estructura de capital se refiere a la forma en que una empresa financia sus activos, vía deuda o aportes de capital, lo que se resume en la composición o la "estructura" de sus pasivos.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Total Patrimonio	M\$	1.329.786
Deuda a Largo Plazo	M\$	571.624
Estructura de Capital		
Apalancamiento por Deuda		30,1%
Apalancamiento por patrimonio		69,9%

El apalancamiento por deuda $D/(D+E)$ es de un 30,1%, porcentaje medio debido a que mantiene una deuda a largo plazo media.

El apalancamiento por patrimonio $(E/E+D)$ es un 69,9%, debido a que posee una baja deuda a largo plazo.

Liquidez Corriente: Este índice permite establecer la habilidad y la capacidad que puede tener una empresa para atender sus obligaciones financieras de corto plazo, tal y como ellas se hacen exigibles.

Ratio de liquidez Corriente	(Deuda Total /Activo Total)	1,46
Activo Circulante	M\$	2.152.262
Pasivo Circulante	M\$	3.137.905

El activo circulante cubre 1.46 veces los pasivos circulantes.

Razón de endeudamiento: La Razón de Endeudamiento mide la intensidad de toda la deuda de la empresa con relación a sus fondos, mide el porcentaje de fondos totales proporcionado por los acreedores.

Ratio de Endeudamiento	Pas Total / Act Total	0,736
Activo Total	M\$	5.039.315
Pasivo Total	M\$	3.709.529

Se obtiene un indicador del 73,6% de los activos son aportados por terceros, es decir son financiados.

1.2. Estado de Resultado – HighService Ltda, Sin Proyecto.

En cuadro N° 6.2, se presenta estado de resultado para condición sin proyecto a diciembre 2010.

Para entregar mayor información se introducirán una serie de notas aclaratorias que permitirán explicar y entregar mayor información de los respectivos montos mostrados.

Cuadro N° 6.2, Estado de resultado HighService Ltda “Sin Proyecto”, Diciembre 2010⁸⁹.

ESTADO DE RESULTADOS	(CLP M\$)
INGRESOS DE EXPLOTACIÓN (FACTURACIÓN O VENTAS NETAS)	6.573.100
EGRESOS DE EXPLOTACIÓN (COSTO DE VENTAS O DE EXPLOTACIÓN)	(4.842.417)
RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	1.730.683
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS (MENOS)	(605.082)
UTILIDAD OPERACIONAL	1.125.601
INGRESOS FINANCIEROS	5.397
OTROS INGRESOS FUERA DE LA EXPLOTACIÓN	7.740
UTILIDAD O PÉRDIDA INVERSIÓN EMPRESAS RELACIONADAS	64.196
GASTOS FINANCIEROS (MENOS)	(265.601)
AMORTIZACIONES (GASTOS POR ADELANTADO INTANGIBLES)	(226.177)
DEPRECIACIÓN	(88.131)
OTROS EGRESOS FUERA DE EXPLOTACIÓN	(15.833)
DIFERENCIA DE CAMBIO	(11.867)
CORRECCION MONETARIA	(8.898)
RESULTADO NO OPERACIONAL	-539.174
RESULTADO ANTES DE IMPUESTO	586.427
IMPUESTO A LA RENTA (MENOS)	(151.104)
UTILIDAD (PÉRDIDA) DEL EJERCICIO	435.323

1.2.1. Descripción del Estado de Resultado – HighService Ltda, Sin Proyecto.

Para todas las cifras están en miles de pesos (M\$).

Ingresos de Explotación: Las ventas del periodo 2010 equivalen a M\$ 6.573.100, las cuales corresponden a la ejecución de los servicios de mantenimiento eléctrico e instrumentación que HighService Ltda tiene actualmente adjudicados vía contratos con empresas del sector minero.

Egresos de Explotación: Corresponden a los costos por las ventas del periodo 2010, dentro de los costos se consideran las remuneraciones, materiales, insumos y todo lo necesario para realizar los servicios de mantenimiento. Total Costos M\$ -4.842.417 (Representa el 73,7% de los ingresos).

Gastos de administración y ventas: Corresponden a los gastos fuera de la operación del periodo 2010, dentro de estos gastos se consideran los gastos bancarios, aguinaldos del personal, personal oficina central. Cuenta con valor de M\$ -605.082 (Representa el 9,3% de los ingresos).

Ingresos financieros: Corresponden a los intereses ganados por depósitos de valores que tiene la empresa en instituciones financieras, su valor asciende a M\$ 5.397.

Gastos financieros: Corresponden a los gastos por endeudamiento con el sistema financiero “bancos”, su valor asciende a M\$ -265.601.

⁸⁹ Fuente: Departamento contabilidad empresa HighService Ltda.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Amortizaciones (gastos por adelantado de intangibles): Corresponden a los gastos por patentes de la gerencia de innovaciones tecnológicas, patentes relacionadas con los productos desarrolladas por la empresa, esta cuenta endeudamiento con el sistema financiero “bancos”, su valor asciende a M\$ -226.177.

Depreciación: Corresponden a la depreciación de los activos fijos referidos en al balance del periodo 2010, su valor asciende a M\$ -88.131.

Resultado antes de impuesto: Corresponden a la utilidad neta del periodo, resultado de M\$ 586.427.

Resultado antes de impuesto: Corresponden a la utilidad neta del periodo, monto cuenta es de M\$ 586.427. El impuesto a la renta es obtenido de la tabla según tramo de renta entregado por servicio de impuesto internos.

Impuestos a la renta: Descontado de la utilidad neta, el impuesto a la renta es obtenido de la tabla según tramo de impuesto a la renta entregado por servicio de impuesto internos (ver anexo 4). El valor asciende a M\$ -151.104.

Utilidad o pérdida del ejercicio: Corresponde a la utilidad después de impuesto, la utilidad del ejercicio 2010 asciende a M\$ 435.323. (Representa el 6,62% sobre de los ingresos de la explotación).

Ratio de Gastos Financieros: Este ratio nos indica hasta que punto pueden disminuir las utilidades sin poner a la empresa en una situación de dificultad para pagar sus gastos financieros, mide la capacidad de pago de la empresa ante obligaciones generadas por deuda.

Ratio de Gastos Financieros	Resultado Operacional/Gastos Financieros	1,639
Resultado Operacional	M\$	435.323
Gastos Financieros	M\$	265.601

La empresa recuperara \$1,63 pesos por cada peso gastado en gastos financieros.

1.3. Supuestos para proyección del Balance y Estado de Resultado – Sin Proyecto.

Los ingresos por venta fueron proyectados en base a los actuales y nuevos contratos por servicios de mantenimiento en las disciplinas eléctricas e instrumentación, en el caso de los nuevos contratos proyectados se considero la información entregada por Cochilco⁹⁰.

⁹⁰ Informe de Comisión Chilena Del Cobre Cochilco, Proyecto mineros en la minería Chilena, Informe Julio 2010.

Cuadro N° 6.3: Detalle de supuestos de ventas.⁹¹

Inflación Esperada	3,00%
Reajustabilidad por contrato anual	3,00%
Tasa Crecimiento Promedio	8,18%
Crecimiento Real (Proyección Sin Proyecto)	5,18%
<hr/>	
Gastos de Administración y Ventas	9,21%
Costos Operacionales	73,67%
Impuesto a La Renta	17,00%

A continuación se muestra el detalle de los contratos y clientes actuales que HighService Ltda está ejecutando los servicios de mantenimiento, para el análisis proyectado se consideran dos nuevos contratos.

Cuadro N° 6.4: Detalle de contratos actuales y proyectados.⁹²

Detalle de Contratos			
Servicios de Mantenimiento Eléctrico - Instrumentación			
	CLIENTE	AREA	ESTADO
Contrato 1	Minera Los Pelambres	Planta - Puerto	Ejecución
Contrato2	Codelco Div. Andina	Concentradora	Ejecución
Contrato 3	Codelco Div. Andina	Chancado	Cerrado
Contrato 4	Minera TECK Carmen De Andacollo	Planta Concentradora	Ejecución
Contrato 5	Codelco Div. El Teniente	Servicios Eléctricos AT/BT	Ejecución
Contrato 6	Minera Caserones (Fase de Proyecto)	Concentradora - Lixiviación	Proyectado
Contrato 7	Escondida (Fase de Proyecto)	Concentradora - Fase 6	Proyectado

PROYECCIÓN DE VENTAS - SERVICIOS DE MANTENIMIENTO									
PROYECCIÓN DE VENTAS			Facturación Anual (M\$)						
Año	Ventas (M\$)	Crecimiento	Contrato 1	Contrato 2	Contrato 3	Contrato 4	Contrato 5	Contrato 6	Contrato 7
2004	\$ 3.480.000	-	\$ 1.560.000	\$ 1.920.000					
2005	\$ 4.304.400	21%	\$ 1.606.800	\$ 1.977.600	\$ 720.000				
2006	\$ 4.433.532	3%	\$ 1.655.004	\$ 2.036.928	\$ 741.600				
2007	\$ 4.566.538	3%	\$ 1.704.654	\$ 2.098.036	\$ 763.848				
2008	\$ 6.195.777	31%	\$ 1.755.794	\$ 2.160.977	\$ 786.763	\$ 1.492.243	-	-	-
2009	\$ 6.381.651	3%	\$ 1.808.468	\$ 2.225.806	\$ 810.366	\$ 1.537.010	-	-	-
2010	\$ 6.573.100	3%	\$ 1.862.722	\$ 2.292.580	\$ 834.677	\$ 1.583.121	-	-	-
2011	\$ 6.390.575	-3%	\$ 1.918.603	\$ 2.361.358	-	\$ 1.630.614	\$ 480.000	-	-
2012	\$ 7.347.893	14%	\$ 1.976.161	\$ 2.432.199	-	\$ 1.679.533	\$ 480.000	\$ 780.000	-
2013	\$ 7.444.978	1%	\$ 2.035.446	\$ 2.432.199	-	\$ 1.679.533	\$ 494.400	\$ 803.400	-
2014	\$ 8.448.327	13%	\$ 2.096.510	\$ 2.505.165	-	\$ 1.729.919	\$ 509.232	\$ 827.502	\$ 780.000
2015	\$ 8.559.447	1%	\$ 2.159.405	\$ 2.505.165	-	\$ 1.729.919	\$ 509.232	\$ 852.327	\$ 803.400
	Promedio	8,18%							

Balance y EERR 2010

Ingresos Proyectados

⁹¹ Fuente: Elaboración propia.

⁹² Fuente: Elaboración propia, según informe Cochilco.

1.3.1. Balance General Proyectado, Sin Proyecto.

El cuadro N° 6.5, se presenta balance general proyectado para condición empresa sin proyecto, cabe destacar que tiene incorporadas las consideraciones “supuestos” efectuados anteriormente en los cuadros resumen 6.3 y 6.4.

Cuadro N° 6.5: Balance General proyectado, Sin Proyecto.⁹³

PROYECCION Y CALCULO DEL VALOR FIRMA						
SIN PROYECTO						
BALANCE (M\$)						
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ACTIVOS						
ACTIVOS CIRCULANTES						
CAJA E INSTRUMENTOS	223.101	216.906	249.399	252.694	286.749	290.521
ACTIVOS CIRCULANTES	1.929.161	2.092.497	2.405.956	2.437.745	2.766.277	2.802.661
ACTIVOS FIJOS						
ACTIVOS FIJOS AL COSTO	966.198	995.184	1.025.039	1.055.791	1.087.464	1.120.088
(DEPRECIACIÓN ACUMULADA)	(544.291)	(632.422)	(738.179)	(854.512)	(982.478)	(1.084.851)
ACTIVOS FIJOS NETOS	421.907	362.762	286.860	201.279	104.986	35.237
OTROS ACTIVOS						
INVERSIONES EN EMPRESAS RELACIONADAS	1.672.477	1.722.651	1.774.331	1.827.561	1.882.388	1.938.859
INVERSION EN PROYECTOS	631.125	594.828	433.530	296.314	303.561	334.827
INTANGIBLES	124.956	128.705	132.566	136.543	140.639	144.858
IMPUESTO DIFERIDO L/P	36.588	36.588	36.588	36.588	36.588	36.588
TOTAL OTROS ACTIVOS	2.465.146	2.482.772	2.377.015	2.297.005	2.363.176	2.455.132
TOTAL ACTIVOS	5.039.315	5.154.937	5.319.230	5.188.723	5.521.188	5.583.551
PASIVOS						
PASIVOS CIRCULANTES						
PASIVOS CIRCULANTES	3.137.905	2.717.776	2.658.816	2.320.914	2.135.575	1.407.150
PASIVOS LARGO PLAZO	571.624	889.675	711.371	522.370	322.029	322.029
TOTAL PASIVOS	3.709.529	3.337.790	2.918.868	2.190.051	1.580.112	679.565
PATRIMONIO						
CAPITAL PAGADO	124.000	124.000	124.000	124.000	124.000	124.000
REVALORIZACION CAPITAL PROPIO	48.499	62.491	81.748	98.507	119.168	137.369
RETIRO DE LOS SOCIOS	(176.136)	(171.245)	(196.898)	(199.499)	(226.385)	(229.363)
UTILIDAD RETENIDAS	898.100	1.157.287	1.630.656	2.194.613	2.776.165	3.697.908
UTILIDADES O PERDIDA DEL EJERCICIO	435.323	644.614	760.855	781.051	1.148.128	1.174.073
TOTAL PATRIMONIO	1.329.786	1.817.147	2.400.362	2.998.672	3.941.076	4.903.987
	3,65%	-2,68%				
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	5.039.315	5.154.937	5.319.230	5.188.723	5.521.188	5.583.551

Caja e instrumentos “disponible”: Esta proyectado en función de los días caja, la proyección mantienen controlada la caja alrededor del 4,5 % de los activos totales.

Activos Circulantes “deudores por venta”: Esta proyectado en función del porcentaje sobre ventas del año base 2010. Representa el 34,74% de las ventas. Este indicador tiene incorporado el ratio de ratio de días deudores por venta.

⁹³ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Activos Fijos al costo: Se considera un incremento cercano al 3% anual debido a la renovación periódica de equipos, instrumentos y herramientas asociadas a los servicios.

Depreciación: Para la proyección de la depreciación se considera la evolución de los actuales y nuevos servicios proyectados de acuerdo al cuadro N° 6.6. El incremental tiene relación directa con la entrada en operación de los nuevos contratos proyectados.

Cuadro N° 6.6: Depreciación, Sin Proyecto.⁹⁴

	Acumulada (M\$)	Periodo (M\$)
2010	\$ 544.291	\$ 88.131
2011	\$ 632.422	\$ 105.757
2012	\$ 738.179	\$ 116.333
2013	\$ 854.512	\$ 127.966
2014	\$ 982.478	\$ 102.373
2015	\$ 1.084.851	\$ 112.610

De acuerdo a Balance 2010

Pasivos circulantes: Esta proyectado para reducir la carga financiera de corto plazo de la empresa.

Pasivos largo plazo: Esta proyectado en función de los financiamientos por deuda adquiridos con instituciones financieras para los actuales y nuevos contratos. El cuadro N° 6.7, muestra el detalle la deuda de largo plazo.

Cuadro N° 6.7: Deuda largo plazo, Sin Proyecto.⁵⁹

Credito M\$ \$ 400.000					Credito M\$ \$ 648.935				
Tasa 6,0%					Tasa 6,0%				
Moneda CLP					Moneda CLP				
Intereses Anual					Intereses Anual				
Plazo Años 4					Plazo Años 7				
Amortización Anual					Amortización Anual				
DEUDA LP FINANCIAMIENTO SIN PROYECTO NUEVOS CONTRATOS					DEUDA LP FINANCIAMIENTO SIN PROYECTO ACTUALES CONTRATOS				
Emission de Credito 2011									
	Capital	Cuota	Intereses	Amort. K		Capital	Cuota	Intereses	Amort. K
2011	\$ 400.000		\$ 0	\$ 0	2009	\$ 648.935	\$ 116.247	\$ 0	\$ 0
2012	\$ 308.563	\$ 115.437	\$ 24.000	\$ 91.437	2010	\$ 571.624	\$ 116.247	\$ 38.936	\$ 77.311
2013	\$ 211.641	\$ 115.437	\$ 18.514	\$ 96.923	2011	\$ 489.675	\$ 116.247	\$ 34.297	\$ 81.950
2014	\$ 108.902	\$ 115.437	\$ 12.698	\$ 102.738	2012	\$ 402.808	\$ 116.247	\$ 29.380	\$ 86.867
2015	\$ 0	\$ 115.437	\$ 6.534	\$ 108.902	2013	\$ 310.730	\$ 116.247	\$ 24.168	\$ 92.078
					2014	\$ 213.126	\$ 116.247	\$ 18.644	\$ 97.603
					2015	\$ 109.667	\$ 116.247	\$ 12.788	\$ 103.459
					2016	\$ 0	\$ 116.247	\$ 6.580	\$ 109.667

CONSOLIDADO DE DEUDA

	Capital	Cuota	Intereses	Amort. K
2009	\$ 648.935	\$ 116.247	\$ 0	\$ 0
2010	\$ 571.624	\$ 116.247	\$ 38.936	\$ 77.311
2011	\$ 889.675	\$ 116.247	\$ 34.297	\$ 81.950
2012	\$ 711.371	\$ 231.684	\$ 53.380	\$ 178.303
2013	\$ 522.370	\$ 231.684	\$ 42.682	\$ 189.001
2014	\$ 322.029	\$ 231.684	\$ 31.342	\$ 200.341
2015	\$ 109.667	\$ 231.684	\$ 19.322	\$ 212.362
2016	\$ 0	\$ 116.247	\$ 6.580	\$ 109.667

Nota: Montos Expresados en M\$
Balance y Estado Resultado 2010

Proyeccion de Deuda Contratos existentes + Contratos nuevos
(Mayor detalle, consultar Estimación de Ventas Sin Proyecto)

Patrimonio: Esta proyectado considerando la inflación más la variación de la utilidad de los dueños que es obtenida del estado de resultado.

⁹⁴ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

1.3.2. Estado de Resultado, Flujo de Caja y Valor Firma Proyectado, Sin Proyecto.

El flujo de caja parte desde las Utilidades después de Impuesto, considera la depreciación, variación de capital de trabajo y amortización de deudas, este se determina proyectado el balance general y el estado de resultados a 5 años, se agrego el valor residual (la perpetuidad) de los flujos con crecimiento 0% dada la incerteza del año 6 en adelante. El Flujo de la empresa HighService se descuenta según el WACC basado en el Beta de la industria de servicios de mantenimiento. Para el cálculo del valor a perpetuidad se considero el valor de cierre de los contratos de servicios de mantenimiento, es decir liquidando los activos fijos al costo más las inversiones en empresas relacionadas.

Para el detalle de los impuestos consultar anexo 4 "Impuestos de primera categoría" según SII.

Cuadro Nº 6.8: Estado Resultado, Flujo de Caja y Valor Firma, Sin Proyecto.⁹⁵

PROYECCION Y CALCULO DEL VALOR FIRMA						
SIN PROYECTO						
ESTADO DE RESULTADO (M\$)						
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ventas	6.573.100	6.390.575	7.347.893	7.444.978	8.448.327	8.559.447
Costo de Venta	(4.842.417)	(4.707.951)	(5.413.208)	(5.484.731)	(6.223.901)	(6.305.763)
GA&V	(605.082)	(588.280)	(676.405)	(685.342)	(777.705)	(787.934)
Intereses Ganados	5.397	5.559	5.726	5.897	6.074	6.257
Ingresos Financieros	7.740	8.514	9.365	10.302	11.332	12.465
Intereses Deuda	(265.601)	(34.297)	(53.380)	(42.682)	(31.342)	(19.322)
Utilidad (Perdida Empresa Relacionada)	64.196	70.616	77.677	85.445	93.989	103.388
Amortizaciones de Intangibles (Patentes)	(226.177)	(226.177)	(226.177)	(226.177)	-	-
Corrección Monetaria	(20.765)	(20.765)	(20.765)	(20.765)	(20.765)	(20.765)
Otros Egresos Fuera De Explotación	(15.833)	(15.393)	(17.699)	(17.933)	(20.350)	(20.618)
Depreciación	(88.131)	(105.757)	(116.333)	(127.966)	(102.373)	(112.610)
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	586.427	776.643	916.693	941.025	1.383.287	1.414.546
Impuestos	(151.104)	(132.029)	(155.838)	(159.974)	(235.159)	(240.473)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	435.323	644.614	760.855	781.051	1.148.128	1.174.073
Dividendos	-	-	-	-	-	-
UTILIDADES RETENIDAS	435.323	644.614	760.855	781.051	1.148.128	1.174.073
FLUJO DE CAJA (M\$)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
UTILIDADES DESPUES DE IMPUESTOS	435.323	644.614	760.855	781.051	1.148.128	1.174.073
Depreciación	-	105.757	116.333	127.966	102.373	112.610
Amortizacion	-	(81.950)	(178.303)	(189.001)	(200.341)	(212.362)
Intereses Ganados despues de impuestos	-	(4.614)	(4.752)	(4.895)	(5.042)	(5.193)
Intereses Deuda despues de Impuestos	-	28.467	44.306	35.426	26.014	16.037
Variación Capital de Trabajo	-	583.465	372.419	369.691	513.871	764.810
Flujo de Caja		1.275.740	1.110.857	1.120.238	1.585.003	1.849.975
Valor Liquidacion Activos Fijos (Termino Contrato)						2.792.565
Activos Fijos al costo + Inv. Empresas Relacionadas						2.792.565
Flujo de Caja		1.275.740	1.110.857	1.120.238	1.585.003	4.642.540
WACC		8,97%				
Valor Actual (M\$)		7.118.497				
Valor Firma (M\$)		7.341.598				

⁹⁵ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

1.3.3. Determinación Beta, CAPM, WACC sin Proyecto, año base 2010.

Se consideran como datos de entrada:

- Datos iniciales sin proyecto, estados financieros.
- Retorno esperado IGPA anual: 11,56%, desde el 03-01-2000 hasta el 04-11-2011

1.3.3.1. Determinación Beta “ β ”, sin proyecto.

Dado que la empresa HighService Ltda no cotiza en bolsa, para efectos de determinar el riesgo sistemático de la industria se consideran empresas de servicios industriales a empresas mineras, que cotizan en bolsa “bolsa de Santiago y bolsa Alemania”, el cálculo se realiza en Excel usando formula de la “pendiente y covarianza” con los retornos de los precios históricos de las acciones de las empresas con sus respectivos indicadores ya sean el IGPA, DAX.

- Elemental: Servicios electro mecánicos Minería (Bolsa de Santiago – IGPA).
- Siemens: Fabricante de equipos y servicios a minería (Bolsa Alemania – DAX).
- ABB: Fabricante de equipos y servicios a minería (Bolsa Alemania – DAX).

Este cálculo nos permite obtener el Beta que representa al patrimonio, beta promedio de 0,63 “riego medio”, para obtener el Beta del activo es necesario quitar el apalancamiento, para ello se utiliza la estructura de capital de la empresa HighService Ltda.

Cuadro Nº 6.9: Calculo de Beta HighService Ltda, Sin Proyecto.⁹⁶

Estructura de Capital HighService LTDA	
	Montos (M\$)
Patrimonio HighService Ltda	1.329.786
Deuda HighService Ltda	571.624
Endeudamiento	30,1%
Patrimonio	69,9%

De acuerdo a Balance sin proyecto 2010

Riesgo Sistemático de la Empresa en Evaluación	
Beta Industria servicios industriales minería	0,630
Nota : Calculado en base empresas de la industria cotizan en bolsa.	
Beta Equity HighService Ltda	0,901

Con esto se obtiene el Beta del activo HighService Ltda, el cual corresponde al valor de Beta Activo=0,901.

El Beta del activo asociado a HighService Ltda corresponde al valor 0,901. Este representa un nivel de riesgo medio, el cual indica que la empresa de acuerdo a su estructura de deuda, patrimonio representa una buena alternativa de inversión. La industria de servicios de mantenimiento es muy

⁹⁶ Fuente: Elaboración propia, según datos bolsa de Santiago y Yahoo Finance.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

sensible a los ciclos económicos recesivos donde baja considerablemente la demanda y por ende el precio de los commodities como por ejemplo el Cobre, industria en la cual HighService desarrolla sus servicios.

1.3.3.2. Determinación CAPM, sin proyecto.

A continuación se presenta el análisis para la determinación del CAPM o “Re” tasa del accionista (ver cuadro N° 6.10).

Cuadro N° 6.10: Calculo de CAPM, Sin Proyecto.⁹⁷

CALCULO DEL CAPM		
Sin Proyecto		
HighService - Empresa de Servicios "Mantenimiento a Molinos SAG"		
Tasa Libre de Riesgo		
Fecha al	01/12/2011	
Bonos BCU a 10 años	2,72%	Tasa nominal
Estructura de Capital HighService LTDA		
	Montos (M\$)	
Patrimonio HighService Ltda	1.329.786	
Deuda HighService Ltda	571.624	
Endeudamiento	30,1%	
Patrimonio	69,9%	
De acuerdo a Balance sin proyecto 2010		
Riesgo Sistemático de la Empresa en Evaluación		
Beta industria servicios industriales minería	0,630	
Nota : Calculado en base empresas de la industria cotizan en bolsa.		
Beta Equity HighService Ltda	0,901	
Retorno Esperado del Mercado		
	IGPA	
Anual	11,56%	
Nota : Calculado en base a periodo 10-01-2003 / 4-11-2011		
Tasa Exigida por el Accionista		
CAPM	10,68%	

$$CAPM = rf + \beta \times [E_{RM} - rf] \quad (6.1)$$

Donde:

- rf : tasa libre de riesgo.
- E_{RM} : esperanza de retorno de mercado.
- β : riesgo sistemático.

Tasa libre de riesgo “Rf”, corresponde a la tasa de un bono B.C.U. a 10 años publicada por el banco central⁹⁸ con un valor de 2,72%. Mayor detalle consultar anexo 5.

⁹⁷ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

Valor esperado del retorno del mercado (E_{RM}), se considera el indicador IGPA ya que es más representativo con respecto a lo que espera el accionista, dado que las empresas consideradas pertenecen a este indicador bursátil local. IGPA 11,56%

Cuadro N° 6.11: Retorno esperado de mercado bursátil local.⁹⁹

	IPSA	IGPA
Fecha inicio	10/01/2003	03/01/2000
Fecha Termino	04/11/2011	04/11/2011
Diario	0,04%	0,03%
Mensual	1,32%	0,95%
Anual	16,12%	11,56%

El CAPM, o tasa exigida por el accionista se calcula en función de balance año base el indicador de riesgo sistemático, se entrega como resultado en CAPM de 10,68%. Se puede concluir dado que el negocio posee un riesgo medio (Beta cercano a uno) se espera que la rentabilidad del mercado sea relativamente parecida a la rentabilidad del activo de la empresa. Por lo anterior para una persona o entidad que invierta en HighService Ltda si renta menos del 10,51% preferirá invertir en el mercado el cual le reportará mayor dividendo. Según esto la empresa debe exigir en sus proyectos rentabilidades por sobre este porcentaje

1.3.3.3. Determinación WACC, sin proyecto.

WACC es la tasa de descuento a aplicar a los flujos futuros y así poder determinar el VAN o Valor Firma de empresa sin proyecto, representa la tasa mínima a la cual la empresa estaría dispuesta a invertir en el proyecto. WACC calculado = 8,97%

$$WACC = R_e \frac{E}{(E + D)} + R_d \frac{D}{(E + D)} (1 - T) \quad (6.2)$$

Donde

- WACC : Tasa de descuento.
- Rd : Tasa de la deuda.
- Re : Tasa del accionista, es igual al CAPM.
- D : Deuda largo plazo (Debit).
- E : Patrimonio (Equity).

rd: Corresponde a la tasa bancaria a la cual HighService Ltda se endeuda. Para el análisis se incorporó una tasa de la deuda de 6% anual.¹⁰⁰

A continuación se presenta el análisis para la determinación del WACC o promedio ponderado de costo de capital (ver cuadro N° 6.12).

⁹⁸ Fuente: Banco central de Chile, http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/series-indicadores/xls/Tasas_instrumentos_BCCH.xls

⁹⁹ Fuente: Bolsa de Santiago. <http://www.bolsadesantiago.com/theme/IndicesBursatiles.aspx?NEMO=IGPA>

¹⁰⁰ Fuente SVS: http://www.svs.gob.cl/sitio/mercados/consulta_busqueda.php

Cuadro N° 6.12: Calculo de WACC, Sin Proyecto.¹⁰¹

CALCULO DEL WACC	
SIN PROYECTO	
HighService - Empresa de Servicios "Mantenimiento a Molinos SAG"	
Estructura de Capital	
Patrimonio HighService Ltda	1.329.786
Deuda HighService Ltda	571.624
Endeudamiento	30,1%
Patrimonio	69,9%
Tasa Exigida por el Accionista	
CAPM	10,68%
Costo de la Deuda	
Tasa anual	6,0%
Impuesto a la Renta	
Impuesto	17,0%
Costo del Capital	
WACC	8,97%

1.4. Valor Firma, Empresa HighService Ltda, Sin Proyecto.

Una vez determinado los flujos de caja proyectados (punto 1.3.2) y costo medio ponderado de capital WACC se procede a descontar los flujos futuros por medio de la tasa WACC 8,97% cuyo resultado de suma el correspondiente al año base 2010, el resultado del VAN representa el Valor Firma de la empresa. VF = M\$ 7.341.597.-

Cuadro N° 6.13: Calculo de Valor Firma, Sin Proyecto.⁷⁴

FLUJO DE CAJA (M\$)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
UTILIDADES DESPUES DE IMPUESTOS	435.323	644.614	760.855	781.051	1.148.128	1.174.073
Depreciación	-	105.757	116.333	127.966	102.373	112.610
Amortización	-	(81.950)	(178.303)	(189.001)	(200.341)	(212.362)
Intereses Ganados despues de impuestos	-	(4.614)	(4.752)	(4.895)	(5.042)	(5.193)
Intereses Deuda despues de Impuestos	-	28.467	44.306	35.426	26.014	16.037
Variación Capital de Trabajo	-	583.465	372.419	369.691	513.871	764.810
Flujo de Caja		1.275.740	1.110.857	1.120.238	1.585.003	1.849.975
Valor Liquidacion Activos Fijos (Termino Contrato)						2.792.565
Activos Fijos al costo + Inv. Empresas Relacionadas						2.792.565
Flujo de Caja		1.275.740	1.110.857	1.120.238	1.585.003	4.642.540
WACC						8,97%
Valor Actual (M\$)		7.118.497				
Valor Firma (M\$)		7.341.598				

¹⁰¹ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

2. Análisis de la empresa Con Proyecto – “Servicio integral de Molienda SAG”.

A continuación se detalla el análisis financiero de la empresa HighService Ltda para condición con proyecto “servicios de integral de molienda SAG” con el fin de determinar el valor firma.

La condición con proyecto se evaluara en forma separada e independiente del actual negocio de servicios de mantenimiento de HighService, por lo tanto el valor firma resultante representa el un aporte directo al valor firma ya calculado para la condición sin proyecto.

Para determinar el valor firma de la condición con proyecto, se trabaja en base a la estrategia comercial del negocio de posicionar en los próximos tres años a Highservice Ltda con el 14,1% de participación de mercado de molienda SAG, para esta cuota de mercado se consideran tres grandes contratos, los cuales se detallan en cuadro N° 6.14.

Cuadro N° 6.14: Contratos de servicio de molienda SAG, 14,1% Market Share.¹⁰²

	Cliente	Operación	Procesamiento Ton/Día	Nº Molinos SAG	% Mercado	Costo Producción USD/Ton Molida
Operación 1	Anglo American	Los Bronces - Confluencia	70.000	1	5,3%	1,300
Operación 2	Codelco	División Andina	45.000	1	2,3%	1,335
Operación 3	Freeport-McMoRan	Minera Candelaria	84.000	2	6,4%	1,444
Totales			199.000	4	14,1%	

Cada operación se trabaja con su momento mensual, estado de resultado, balance y flujo de caja en forma separada, a medida que suman las distintas operaciones estas se van integrando. Detalle de operaciones en cuadro N° 6.15.

Cuadro N° 6.15: Contratos de servicio de molienda SAG, 14,1% Market Share.¹⁰³

Año	Operación 1  Anglo American Chile División Los Bronces	Operación 2  CODELCO DIVISION ANDINA	Operación 3  Minera candelario <small>Una compañía Freeport-McMoran Copper & Gold</small>
0	Aprobación	-	-
1	Año 1	Aprobación	-
2	Año 2	Año 1	Aprobación
3	Año 3	Año 2	Año 1
4	Año 4	Año 3	Año 2
5	Año 5	Año 4	Año 3
6	Año 6	Año 5	Año 4
7	Año 7	Año 6	Año 5

Para la operación 1 se considero financiamiento vía emisión de deuda a 5 años plazo para inversión en activo fijo y cobertura del capital de trabajo del 15% del total, para operaciones 2 y 3 se considera el financiamiento vía aporte de capital proveniente de las utilidades retenidas de la

¹⁰² Fuente: Elaboración propia, Estudio de mercado y demanda. CAP III, Estrategias comerciales.

¹⁰³ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

operación 1, el valor calculado como aporte de capital para operaciones 2 y 3 es para financiar activo fijo y capital de trabajo del 30% del total. Mayor detalle en cuadro N° 6.16




Cuadro N° 6.16: Financiamiento operaciones 1, 2 y 3. ¹⁰⁴

	Procesamiento Ton/Día	N° Molinos SAG	Financiamiento (CLP M\$)			
			Deuda L.P 5 años		Capital Propio	
			Inversión Act Fijo	Capital Trabajo	Inversión Act Fijo	Capital Trabajo
Operación 1	70.000	1	\$ 149.500	\$ 218.066	\$ 0	\$ 0
Operación 2	45.000	1	\$ 0	\$ 0	\$ 149.500	\$ 263.786
Operación 3	84.000	2	\$ 0	\$ 0	\$ 149.500	\$ 796.937
Totales	199.000	4	\$ 149.500	\$ 218.066	\$ 299.000	\$ 1.060.722
			\$ 367.566	\$ 1.359.722		

2.1. Descripción del proyecto.

En el cuadro N° 6.17, se presenta el resumen operacional de los proyectos en términos de niveles de procesamiento y costos unitarios (Usd/Ton) del proceso de molienda SAG obtenidos en capítulos anteriores.

Cuadro N° 6.17: Parámetros e indicadores de las operaciones de molienda SAG. ¹⁰⁵

	Operación 1			Operación 2			Operación 3		
	 Anglo American Chile División Los Bronces			 CODELCO DIVISION ANDINA			 Minera condellorío Una compañía Freeport-McMoran Copper & Gold		
ANÁLISIS DE COSTOS MOLIENDA SAG									
PROYECTO									
HighService - Empresa de Servicios de Operación y Mantenimiento Molino SAG									
Producción (Ton/Día)	70.000	45.000	84.000						
Periodo (Días)	60	60	60						
Ley de Cabeza (%)	0,75%	0,88%	0,88%						
Precio Lb Cu (USD/Lb)	3,00	3,00	3,00						
Tasa de Cambio (CLP/USD)	490,00	490,00	490,00						
Recuperación	90%	85%	85%						
Costos Totales Producción (USD/LbCu)	1,20	1,60	1,50						
COSTOS DE OPERACIÓN MOLIENDA SAG	CON PROYECTO			CON PROYECTO			CON PROYECTO		
Procesamiento Nominal	Ton/día	70.000	45.000	84.000					
Disponibilidad Molino SAG	%	96,00%	96,00%	96,00%					
Costos Operación	USD/Ton Molida	1,100	1,100	1,100					
Producción	Ton/periodo	4.032.000	2.592.000	4.838.400					
Costos Operacionales MOLIENDA SAG	USD	\$4.435.200	\$2.851.200	\$5.322.240					
	CLP	\$2.173.248.000	\$1.397.088.000	\$2.607.897.600					
Costos Operacionales Totales Proceso Mina-Puerto	USD	\$72.015.877	\$68.403.652	\$119.706.390					
	CLP	\$35.287.779.493	\$33.517.789.283	\$58.656.131.246					
Producción Cobre Fino Lb Cu	Lb Cu	60.013.230	42.752.282	79.804.260					
Ingresos Por Venta (Operador Minero)	USD	\$180.039.691	\$128.256.847	\$239.412.781					
% Costos Molienda SAG / Costos Totales LbCu		6,16%	4,17%	4,45%					
% Costos Molienda SAG / Ventas Totales LbCu		2,46%	2,22%	2,22%					

¹⁰⁴ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

¹⁰⁵ Fuente: Elaboración propia, Estudio de mercado y demanda. CAP III, Estrategias comerciales.




Notas aclaratorias.

1. Procesamiento nominal molino SAG. Material medido en correa de alimentación a molino SAG.
2. Ley de cabeza, representa el contenido de cobre en el material de alimentación al molino SAG, parámetro referencial para determinar el output final del proceso dado que para efectos de cobro (Usd/Ton Molida) la ley del material es indiferente.
3. Porcentaje de recuperación, representa la eficiencia del proceso de flotación de cobre (10 a 15% pérdida en relaves), parámetro idem 2, solo referencial.
4. Costo unitario para cliente output final concentrado de cobre, parámetro idem 2, solo referencial.
5. Disponibilidad 96%, representa el promedio porcentual de tiempo en operación, indicador considerado para proyecto. Sin proyecto promedio 94%.
6. Costo unitario molienda SAG para HighService bajo modalidad “servicio integral de molienda SAG”.
7. Producción molienda SAG_{60 días} = Periodo x Producción x **disponibilidad**. (Ton Molino SAG).

En el cuadro N° 6.18, se detalla los costos de producción de molienda SAG asociados a los distintas operaciones contratadas, lo anterior con la finalidad de determinar el capital de trabajo, también se detallan los ingresos por venta, inversión inicial en activos para el proyecto.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Cuadro Nº 6.18: Detalle de capital de trabajo e inversión del proyecto.¹⁰⁶

		Operación 1	Operación 2	Operación 3	
					
CONTRATO		5 Años			
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MOLINO SAG		60 Meses			
		CLP/Mes	CLP/Mes	CLP/Mes	NOTAS
Total Costo Directo - Molienda SAG		\$1.321.614.792	\$799.350.518	\$2.414.960.078	8
Gastos Indirectos Empresa 8%		\$132.161.479	\$79.935.052	\$241.496.008	
Margen de Contribución 15%		\$218.066.441	\$131.892.836	\$398.468.413	
Total Costo - Operación y Mantenimiento Molino SAG		\$1.453.776.271	\$879.285.570	\$2.656.456.086	
Precio Venta Del Servicio (Mensual)		\$1.671.842.712	\$1.011.178.406	\$3.054.924.499	9
CAPITAL DE TRABAJO - OPERACION 30 DIAS		\$1.453.776.271	\$879.285.570	\$2.656.456.086	10
INVERSION INICIAL					
SISTEMA PERNO SENSOR DE DESGASTE Y NIVEL DE LLENADO MOLINO		\$100.000.000	\$100.000.000	\$100.000.000	
SOFTWARE OPERACIÓN MOLINO SAG	Scada DCS	\$27.000.000	\$27.000.000	\$27.000.000	
INSTRUMENTOS MANT. PREVENTIVO		\$10.000.000	\$10.000.000	\$10.000.000	
SOFTWARE MRP	(Pago Mensual \$ 50.000.-)	\$3.000.000	\$3.000.000	\$3.000.000	
HERRAMIENTAS		\$9.500.000	\$9.500.000	\$9.500.000	
BODEGAS		\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	
OFICINAS MODULARES		\$30.000.000	\$30.000.000	\$30.000.000	
INVERSION INICIAL ACTIVOS FIJOS		\$149.500.000	\$149.500.000	\$149.500.000	11
INVERSION PROYECTO					
CAPITAL DE TRABAJO - OPERACION 30 DIAS	15% Op1. 30% Op. 1 y 2	\$218.066.441	\$263.785.671	\$796.936.826	12
INVERSION INICIAL ACTIVOS FIJOS		\$149.500.000	\$149.500.000	\$149.500.000	
	TOTAL INVERSION PROYECTO	\$367.566.441	\$413.285.671	\$946.436.826	13

Notas aclaratorias.

8. Egreso mensual de la explotación, relacionados con las ventas por servicios de molienda SAG.
9. Ingreso mensual de la explotación, relacionados con las ventas por servicios de molienda SAG. Incorpora gastos de administración y venta más márgenes del negocio.
10. Capital de trabajo a 30 días, la forma de operar financieramente será la indicada en nota 12, cobertura de la operación de los servicios (insumos y recursos).
11. Inversiones relacionadas en activos fijos, aporte inicial al inicio de los servicios.
12. Capital de trabajo, se considera un parcial del total (15 a 30 %), el resto del capital proviene de acuerdos contractuales con cliente y manejo de la cadena de suministro de proveedores.
13. Total inversión proyecto, nota 11 sumada a nota 12.

¹⁰⁶ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

2.2. Momento Mensual del proyecto “Servicio de Molienda SAG”.

Se trabaja en el desarrollo del momento mensual como primera etapa, dado que este se usa como parametrización para la elaboración de los informes financieros de estado resultado, balance, flujo de caja y determinación de valor firma. El momento mensual se trabaja en forma asilada para cada uno de las tres operaciones de molienda SAG.

A continuación se presenta el cuadro N° 6.19, donde se presenta un detalle del momento mensual simulado a 60 meses considerando la variabilidad de los factores productivos e ingresos por venta. Cuadro desarrollado para la operación 1 “Anglo American Los Bronces 70.000 Kton/Día” año 2011, para mayor detalle (años 2011 al 2015) consultar anexo 3.

- Los costos propios del servicio corresponden a los costos de operación y mantenimiento del molino SAG, según cuadros anteriormente mostrados (costos fijos, variables).
- Los ingresos resultan del diferencial de costos de producción entre los costos propios del cliente de realizar en forma internalizada la molienda SAG y los costos de producción de la subcontratación de los servicios de molienda SAG.

Cuadro N° 6.19: Momento mensual 2011 “Servicio de molienda SAG” Operación 1¹⁰⁷.

MOMENTO MENSUAL		AÑO 2011					
60 MESES (2011 - 2015)		ene-2011	feb-2011	mar-2011	abr-2011	may-2011	jun-2011
PRODUCCIÓN - MOLIENDA SAG (Diseño 170000 Ton/Día)	Días	31	29	31	30	31	30
Disponibilidad SAG - SIN Modelo	%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%
Producción - SIN Modelo	Ton/Día	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800
	Lb Cu /Día	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383
Disponibilidad SAG - CON Modelo	%	95,6%	95,7%	95,1%	95,4%	96,5%	95,2%
Producción - CON Modelo	Ton/Día	66.899	67.015	66.565	66.786	67.562	66.641
	Lb Cu /Día	995.743	997.474	990.770	994.056	1.005.606	991.894
	Crecimiento %	-	0,17%	-0,68%	0,33%	1,15%	-1,38%
INGRESOS							
Ingresos Total - SIN Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	54.513.120	54.513.120	54.513.120	54.513.120	54.513.120	54.513.120
Ingresos Total - CON Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	55.423.727	55.520.084	55.146.962	55.329.866	55.972.748	55.209.532
Delta Ingresos Totales Venta LbCu Fino (Cliente)	US\$	910.607	1.006.965	633.843	816.747	1.459.628	696.412
Delta Ingresos Total x Molienda SAG (HighService Ltda.) (10% Total)	US\$	0	0	0	0	0	0
	Crecimiento Ingresos - CON Modelo %	-	1,81%	1,15%	1,48%	2,61%	1,26%
COSTOS VARIABLES							
Costos Variables - SIN Modelo	US\$	(2.651.740)	(2.480.660)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)
Costos Variables - CON Modelo	US\$	(2.511.261)	(1.616.302)	(1.640.097)	(2.473.476)	(2.128.696)	(2.104.142)
- Energía Eléctrica	US\$/Ton	0,81	0,41	0,38	0,81	0,57	0,61
- Bolas 5"	US\$/Ton	0,15	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19
- Cal	US\$/Ton	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04
- Agua de proceso	US\$/Ton	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
- Personal de Operaciones	US\$/Ton	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- Personal de Mantenimiento	US\$/Ton	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04
- Repuestos	US\$/Ton	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14
Costos Variables - CON Modelo	US\$/Ton	1,21	0,83	0,79	1,23	1,02	1,05
Delta Costos Variables	US\$	140.479	864.358	1.011.643	92.724	523.044	462.058
	Crecimiento Costos Variables - CON Modelo %	-	-55,37%	1,45%	33,69%	-16,20%	-1,17%
COSTOS FIJOS							
Administrador de contrato GG	US\$	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)
Contrato HotLine Fabrica	US\$	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)
Seguros	US\$	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)
Delta costos Fijos	US\$	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)
Ingreso - Egreso	US\$	34.357	758.236	905.521	(13.399)	416.922	355.936
Ingreso - Egreso Acumulado	US\$	34.357	792.592	1.698.113	1.684.715	2.101.636	2.457.572

107

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a modelo de producción y costos, Capítulo V.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

60 MESES (2011 - 2015)		2011						
		jul-2011	ago-2011	sep-2011	oct-2011	nov-2011	dic-2011	
PRODUCCIÓN - MOIENDA SAG (Diseño 170000 Ton/Día)		Dias	31	31	30	31	30	31
Disponibilidad SAG - SIN Modelo	%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%
Producción - SIN Modelo	Ton/Día	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800
	Lb Cu /Día	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383
Disponibilidad SAG - CON Modelo		%	95,8%	96,0%	96,0%	95,5%	95,4%	95,4%
Producción - CON Modelo	Ton/Día	67.088	67.228	67.211	66.829	66.798	66.803	66.803
	Lb Cu /Día	998.557	1.000.636	1.000.386	994.702	994.232	994.314	994.314
	Crecimiento %	0,67%	0,21%	-0,03%	-0,57%	-0,05%	0,01%	0,01%
INGRESOS								
Ingresos Total - SIN Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	54.513.120	54.513.120	54.513.120	54.513.120	54.513.120	54.513.120	54.513.120
Ingresos Total - CON Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	55.580.373	55.696.123	55.682.177	55.365.800	55.339.652	55.344.210	55.344.210
Delta Ingresos Totales Venta LbCu Fino (Cliente)	US\$	1.067.253	1.183.003	1.169.058	852.681	826.533	831.090	831.090
Delta Ingresos Total x Molienda SAG (HighService Ltda) (10% Total)	US\$	0	0	0	0	0	0	0
	Crecimiento Ingresos - CON Modelo %	1,92%	2,12%	2,10%	1,54%	1,49%	1,50%	1,50%
COSTOS VARIABLES								
Costos Variables - SIN Modelo	US\$	(2.651.740)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.651.740)
Costos Variables - CON Modelo	US\$	(1.737.323)	(2.591.051)	(1.571.045)	(2.541.212)	(1.651.086)	(2.562.156)	(2.562.156)
- Energía Eléctrica	US\$/Ton	0,40	0,81	0,37	0,81	0,41	0,81	0,81
- Bolas 5"	US\$/Ton	0,18	0,17	0,15	0,17	0,17	0,18	0,18
- Cal	US\$/Ton	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
- Agua de proceso	US\$/Ton	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
- Personal de Operaciones	US\$/Ton	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- Personal de Mantenimiento	US\$/Ton	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05
- Repuestos	US\$/Ton	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14
Costos Variables - CON Modelo	US\$/Ton	0,84	1,24	0,78	1,23	0,82	1,24	1,24
Delta Costos Variables	US\$	914.417	60.689	995.155	110.528	915.114	89.584	89.584
	Crecimiento Costos Variables - CON Modelo %	-21,11%	32,95%	-64,93%	38,18%	-53,91%	35,56%	35,56%
COSTOS FIJOS								
Administrador de contrato GG	US\$	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)
Contrato HotLine Fabrica	US\$	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)
Seguros	US\$	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)
Delta costos Fijos	US\$	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)
Ingreso - Egreso	US\$	808.295	(45.433)	889.033	4.406	808.991	(16.538)	(16.538)
(Ingreso - Egreso) Acumulado	US\$	3.265.867	3.220.434	4.109.467	4.113.872	4.922.864	4.906.325	4.906.325
Capital De Trabajo	US\$	(2.697.173)						
Capital De Trabajo	CLP M\$	(1.321.615)						

2.3. Balance General – HighService Ltda, Con Proyecto.

En cuadro N° 6.20, se presenta balance general clasificado con proyecto, cabe destacar que el balance es tratado en forma independiente a la condición de empresa sin proyecto, el balance fue proyectado considerando 5 años a partir de la adjudicación del último servicio “operación 3”.

El balance proyectado considera el aporte de las tres operaciones de servicio de molienda SAG en la medida que estas se van integrando y entrando en operación, lo anterior es mostrado en cuadros N° 6.14 y N° 6.15.

Para entregar mayor información se introducirán una serie de notas aclaratorias que permitirán explicar y entregar mayor información de los respectivos montos mostrados.

Cuadro N° 6.20: Balance general clasificado HighService Ltda – Negocio de molienda SAG¹⁰⁸.

BALANCE GENERAL CLASIFICADO PROYECTADO								
RAZÓN SOCIAL	INDUSTRIAL SUPPORT COMPANY LTDA			PROYECTO SERVICIO DE MOLIENTA SAG				
	RUT 77.276.280-1							
GIRO	Servicios a Minería							
DIRECCION	Coyancura 2283 Oficina 401, Providencia							
BALANCE (M\$)	Operación 1		Operación 1+2		Operación 1+2+3			
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ACTIVOS								
ACTIVOS CIRCULANTES								
CAJA E INSTRUMENTOS	218.066	846.734	1.799.733	1.736.788	1.813.310	1.752.269	1.833.743	1.792.960
ACTIVOS CIRCULANTES	-	8.167.057	16.401.719	24.042.285	26.297.437	25.156.056	26.314.803	25.564.526
ACTIVOS FIJOS								
ACTIVOS FIJOS AL COSTO	149.500	303.485	462.090	475.952	490.231	504.938	514.887	519.934
(DEPRECIACIÓN ACUMULADA)	-	(36.370)	(109.110)	(218.220)	(327.330)	(436.440)	(509.180)	(545.550)
ACTIVOS FIJOS NETOS	149.500	267.115	352.980	257.732	162.901	77.036	22.784	-
OTROS ACTIVOS								
	-	123.126	209.353	310.405	328.718	314.451	328.935	319.557
TOTAL ACTIVOS	367.566	9.404.032	18.763.784	26.347.210	28.602.366	27.299.812	28.500.265	27.677.043
PASIVOS								
PASIVOS CIRCULANTES								
PRESTAMO BANCO CORTO PLAZO	-	-	-	-	-	-	-	-
CUENTAS POR PAGAR	-	7.546.067	15.127.964	17.939.962	18.117.207	13.816.179	13.715.657	11.605.215
IMPUESTOS POR PAGAR	-	457.152	684.650	2.563.788	2.196.717	2.484.956	2.193.788	2.382.483
PASIVOS LARGO PLAZO	367.566	303.650	235.260	162.082	83.781	-	-	-
TOTAL PASIVOS	367.566	8.306.869	16.047.874	20.665.832	20.397.705	16.301.135	15.909.445	13.987.698
PATRIMONIO								
CAPITAL	-	413.286	1.359.722	1.359.722	1.359.722	1.359.722	1.359.722	1.359.722
RETIRO DE LOS SOCIOS	-	(731.442)	(1.119.853)	(7.289.686)	(6.263.584)	(7.145.807)	(6.212.661)	(6.816.484)
RETIRO - INVERSIÓN OPERACIÓN(2) Y (3)	-	(413.286)	(946.437)	-	-	-	-	-
UTILIDAD RETENIDAS	-	-	683.878	1.356.188	4.321.655	6.844.938	8.668.605	9.616.174
UTILIDADES O PERDIDA DEL EJERCICIO	-	1.828.606	2.738.600	10.255.153	8.786.867	9.939.823	8.775.153	9.529.933
TOTAL PATRIMONIO	-	1.097.164	2.715.911	5.681.378	8.204.661	10.998.677	12.590.820	13.689.345
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	367.566	9.404.032	18.763.784	26.347.210	28.602.366	27.299.812	28.500.265	27.677.043

Retiro por Inversión capital Operación 2 y 3

2.3.1. Descripción Balance General – HighService Ltda, Con Proyecto.

Para todas las cifras están en miles de pesos (M\$)

2.3.2. Detalle de activos en balance general.

Disponible: La cuenta “Disponible” corresponde a efectivo en caja, capital de trabajo proyecto mas saldos en bancos, depósitos a plazo, fondos mutuos, opciones de corto plazo.

Activos Circulantes: Esta proyectado en función del porcentaje sobre ventas del año base 2010. Representa entre el 55% al 60% de las ventas. Este indicador tiene incorporado el ratio de ratio de días deudores por venta.

Activos Fijos al costo: Se considera un incremento cercano al 3% anual debido a la renovación periódica de equipos, instrumentos y herramientas asociadas a los servicios.

¹⁰⁸ Fuente: elaboración propia.

Depreciación acumulada: Se considera depreciación de los activos adquiridos como parte de la inversión inicial de los proyectos, el cual es detallado en el cuadro N° 6.21. Análisis valido para operaciones 1, 2 y 3.

Cuadro N° 6.21: Depreciación, Activos relacionados con el proyecto.⁷⁸

Depreciación - Con Proyecto		Costo M\$	Vida Util	Valor Residual Año 5 (M\$)
Sistema perno sensor de desgaste y nivel de llenado molino		\$ 100.000	5	\$ 0
Oficinas Modulares + Bodega		\$ 45.000	5	\$ 9.000
Herramientas + Instrumentos		\$ 36.500	5	\$ 3.650
Software		\$ 13.000	5	\$ 0
		\$ 194.500		\$ 12.650

Año	Acumulada (M\$)	Periodo (M\$)	Oficinas Modulares (M\$)	Herramientas + Instrumentos (M\$)	Software (M\$)	Sistema perno sensor de desgaste (M\$)
2011	\$ 36.370	\$ 36.370	\$ 7.200	\$ 6.570	\$ 2.600	\$ 20.000
2012	\$ 72.740	\$ 36.370	\$ 7.200	\$ 6.570	\$ 2.600	\$ 20.000
2013	\$ 109.110	\$ 36.370	\$ 7.200	\$ 6.570	\$ 2.600	\$ 20.000
2014	\$ 145.480	\$ 36.370	\$ 7.200	\$ 6.570	\$ 2.600	\$ 20.000
2015	\$ 181.850	\$ 36.370	\$ 7.200	\$ 6.570	\$ 2.600	\$ 20.000
	\$ 181.850		\$ 36.000	\$ 32.850	\$ 13.000	\$ 100.000

Activo fijo neto: Corresponde a la diferencia entre el activo fijo al costo y la depreciación acumulada.

Otros activos: Cuentas por cobrar no corriente, otros activos no financieros no corrientes e impuestos diferidos.

Total Activos: Cuenta total activos, corresponde a la suma de las cuentas disponible, activo circulante, activo fijo, otros activos.

2.3.3. Detalle de pasivos en balance general.

Pasivo circulante:

Cuenta “obligaciones con bancos corto plazo” corresponde otras provisiones corrientes ingresadas al balance.

Cuenta “cuentas por pagar”, corresponde a cuentas por pagar a entidades relacionadas con proveedores.

Cuentas acreedores varios, retenciones provisiones por beneficios a empleados corrientes y pasivos por impuestos corrientes.

Cuenta “documentos por pagar”, obligaciones corto plazo con entidades financieras crediticias.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Deuda a largo plazo: Cuenta “Deuda a Largo Plazo” corresponde al compromiso que HighService Ltda posee con entidades bancarias por la adquisición de capital de trabajo inicial “Operación 1”, parte de esta deuda es destinada a adquisición de activos fijos y capital de trabajo en relación a costos operacionales del servicio de molienda SAG. En el cuadro N° 6.22, se muestra el detalle de crédito operación 1 de molienda SAG.

Cuadro N° 6.22: Deuda largo plazo relacionada con el operación 1.¹⁰⁹

Credito M\$	367.566.441	DEUDA LP FINANCIAMIENTO PROYECTO "Operación y Mantenimiento Molino SAG" Operación 1		
Tasa	7,0%			
Moneda	CLP			
Intereses	Anual			
Plazo Años	5			
Amortizacion	Anual			
	Capital	Cuota	Intereses	Amort. K
0	\$ 367.566.441		\$ 0	\$ 0
1	\$ 303.650.057	\$ 89.646.034	\$ 25.729.651	\$ 63.916.384
2	\$ 235.259.527	\$ 89.646.034	\$ 21.255.504	\$ 68.390.530
3	\$ 162.081.659	\$ 89.646.034	\$ 16.468.167	\$ 73.177.868
4	\$ 83.781.341	\$ 89.646.034	\$ 11.345.716	\$ 78.300.318
5	\$ 0	\$ 89.646.034	\$ 5.864.694	\$ 83.781.341

Nota: Montos Expresados en M\$

Total Pasivos: Cuenta “total pasivos” corresponde a la suma de las cuentas pasivo circulante, deuda a largo plazo.

2.3.4. Detalle del patrimonio en balance general.

A continuación se detallan las cuentas que componen el “patrimonio” HighService Ltda:

Capital: Es el dinero que aportan los propietarios a la empresa, solo aparecen cuando entra en operación servicio 2 y 3, financiamiento por aporte de capital y no por deuda.

Revalorización de capital propio: Ajuste del patrimonio según la moneda en fecha de cierre del balance.

Dividendos: Es la utilidad repartida entre los socios.

Utilidad retenida: Utilidad acumulada desde la fecha que se creó la sociedad y corresponde a la utilidad del ejercicio acumulado menos los dividendos entregados.

Utilidad ejercicio: Utilidad del estado de resultado para el periodo analizado.

Total Patrimonio: Corresponde a la suma de las cuentas anteriormente detalladas.

¹⁰⁹ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

2.3.5. Ratios Financieros del balance general.

Capital de Trabajo: El capital de trabajo neto se define como los activos circulantes menos los pasivos circulantes; estos últimos incluyen préstamos bancarios, papel comercial, remuneraciones e impuestos acumulados. Es una medida de la capacidad que tiene una empresa para continuar con el normal desarrollo de sus actividades en el corto plazo.

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Capital de Trabajo	M\$	163.838	589.105	3.538.534	5.983.514	8.854.922	10.405.358	11.576.828
Activo Circulante	M\$	8.167.057	16.401.719	24.042.285	26.297.437	25.156.056	26.314.803	25.564.526
Pasivo Circulante	M\$	8.003.219	15.812.614	20.503.751	20.313.924	16.301.135	15.909.445	13.987.698

Significa que la empresa SI posee recursos para realizar sus operaciones en el corto plazo e integrar más contratos servicios de molienda SAG.

Estructura de Capital: En finanzas, la estructura de capital se refiere a la forma en que una empresa financia sus activos, vía deuda o aportes de capital, lo que se resume en la composición o la "estructura" de sus pasivos.

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total Patrimonio	M\$	1.097.164	2.715.911	5.681.378	8.204.661	10.998.677	12.590.820	13.689.345
Deuda a Largo Plazo	M\$	303.650	235.260	162.082	83.781	0	0	0
Estructura de Capital								
Apalancamiento por Deuda		21,7%	8,0%	2,8%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Apalancamiento por patrimonio		78,3%	92,0%	97,2%	99,0%	100,0%	100,0%	100,0%

El apalancamiento por deuda $D/(D+E)$ se reduce considerablemente dado que la empresa solo financia por deuda a 5 años la operación uno, a partir del año 5 este ratio es cero, dado que las operaciones dos y tres se financian vía aporte de capital propio.

El apalancamiento por patrimonio $(E/E+D)$ crece hasta un 100% el año 2015, por las mismas razones expuestas en el ratio de apalancamiento por deuda.

Liquidez Corriente: Este índice permite establecer la habilidad y la capacidad que puede tener una empresa para atender sus obligaciones financieras de corto plazo, tal y como ellas se hacen exigibles.

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ratio de liquidez Corriente		0,98	0,96	0,85	0,77	0,65	0,60	0,55
Activo Circulante	M\$	8.167.057	16.401.719	24.042.285	26.297.437	25.156.056	26.314.803	25.564.526
Pasivo Circulante	M\$	8.003.219	15.812.614	20.503.751	20.313.924	16.301.135	15.909.445	13.987.698

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Razón de endeudamiento: La Razón de Endeudamiento mide la intensidad de toda la deuda de la empresa con relación a sus fondos, mide el porcentaje de fondos totales proporcionado por los acreedores.




		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ratio de Endeudamiento	Pas Total / Act Total	0,883	0,855	0,784	0,713	0,597	0,558	0,505
Activo Total	M\$	9.404.032	18.763.784	26.347.210	28.602.366	27.299.812	28.500.265	27.677.043
Pasivo Total	M\$	8.306.869	16.047.874	20.665.832	20.397.705	16.301.135	15.909.445	13.987.698

Se obtiene una tendencia del indicador a la baja, es decir cada vez son menos los activos que son aportados por terceros es decir son financiados.

2.3.6. Determinación de Beta “β”, CAPM, WACC Con Proyecto.

Para la determinación de estos indicadores se trabaja con valores representativos de la industria minera, los cuales son presentados en el cuadro N° 6.23. Las tres empresas mineras seleccionadas contienen dentro de su proceso molinos SAG.

Cuadro N° 6.23: Indicadores Beta, CAPM, WACC de la industria minera.¹¹⁰

				Median (Promedio)
Risk Free Rate	4,50%	3,20%	3,20%	
Cost of Debt	6,70%	6,70%	6,70%	
Equity Risk Prem	5,00%	5,00%	5,00%	
Alpha	0,00%	0,00%	0,00%	
Country Risk Premium	0,00%	0,00%	0,00%	
Industry WACC Calculation:				Median (Promedio)
Beta (unlevered)	1,47	1,38	1,54	1,463
Industry D/E	22,80%	32,70%	24,90%	26,80%
Tax Rate (5 yrs)	31,90%	30,10%	25,00%	29,00%
Beta (relevered)	1,69	1,69	1,83	1,737
Cost of Debt (after-tax)	4,60%	4,70%	5,00%	4,77%
Debt / Capital	18,50%	24,60%	19,90%	21,00%
WAC (debt)	0,80%	1,20%	1,00%	1,00%
Cost of Equity (capm)	13,00%	11,70%	12,30%	12,33%
Equity / Capital	81,50%	75,40%	80,10%	79,00%
WAC (equity)	10,60%	8,80%	9,90%	9,77%
WACC Conclusion	11,40%	9,90%	10,90%	10,73%

El Beta del activo promedio desapalancado corresponde al valor 1,73, este valor representa un nivel de riesgo alto, el cual indica que la empresa de acuerdo a su estructura de deuda, patrimonio

¹¹⁰ Fuente: <http://www.bloomberg.com/> <http://finance.yahoo.com/>

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

representa una buena alternativa de inversión en caso de obtener el contrato por los servicios de molienda SAG (Contrato implica la un alto nivel de seguridad en la obtención de os flujos futuros).

El CAPM, o tasa exigida por el accionista calcula en función de balance año base e indicador de riesgo sistemático no entregan como resultado en CAPM promedio de la industria del 12,33%. Se puede concluir dado que el negocio posee un riesgo alto ($\text{Beta} > 1,5$) se espera que la rentabilidad del mercado sea inferior a la rentabilidad del activo de la empresa.

WACC es la tasa de descuento a aplicar a los flujos futuros y así poder determinar en VAN o Valor Firma de empresa con proyecto, representa la tasa mínima a la cual la empresa estaría dispuesta a invertir en el proyecto. WACC promedio de la industria minera = 10,73%

2.3.7. Estado de Resultado, Flujo de Caja y Valor Firma Proyectado, Con Proyecto.

El flujo de caja parte desde las Utilidades después de Impuesto, considera la depreciación, variación de capital de trabajo y amortización de deudas, este se determina proyectado el balance general y el estado de resultados a 5 años, agregando el valor residual (la perpetuidad) de los flujos con crecimiento del 0% dada la incerteza del año 6 en adelante. El Flujo de la empresa HighService se descuenta según el WACC basado en el Beta de la industria minera (cuadro N° 6.23).

Los ingresos por venta del proyecto “servicio integral molienda SAG” fueron proyectados en base a la adjudicación de los contrato de molienda SAG según lo detallado en cuadro N° 6.14 y N° 6.15.

Para el cálculo del valor a perpetuidad se considero el valor de cierre de los contratos de servicios de molienda SAG, es decir liquidando los activos fijos al costo.

Los supuestos de inflación, impuestos, gastos de administración y venta se mantienen para condición con proyecto.

Para el detalle de los impuestos consultar anexo 4 “Impuestos de primera categoría” según SII.

A continuación en el cuadro N° 6.24, se presenta el estado resultado y flujo de caja proyectado para la condición con proyecto, resultado financiero de la evaluación conjunta de los tres servicios de molienda SAG “Operación 1 + Operación 2 + Operación 3”

Para la valorización de los flujos futuros a valor presente “VAN” se considera la tasa de descuento WACC usada es de 10,73%.

El valor firma resultante para el proyecto servicio de molienda SAG es de $VF = M\$ 39.418.653.-$

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Cuadro N° 6.24: Estado Resultado, Flujo de Caja y Valor Firma, Con Proyecto.¹¹¹

ESTADO DE RESULTADO (M\$)		Operación 1	Operación 1+2	Operación 1+2+3				
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015	2015
Ventas	-	15.340.744	25.581.954	45.973.343	45.973.343	45.973.343	45.973.343	45.973.343
Costo de Venta	-	(12.312.644)	(20.935.301)	(31.040.498)	(32.871.797)	(31.445.071)	(32.893.504)	(31.955.657)
Intereses Ganados	-	12.313	20.805	33.808	34.822	35.867	36.527	36.933
Gastos de Administración y venta	-	(624.000)	(1.033.648)	(1.849.304)	(1.849.304)	(1.849.304)	(1.849.304)	(1.849.304)
Intereses Deuda	-	(25.730)	(21.256)	(16.468)	(11.346)	(5.865)	(5.865)	(5.865)
Corrección Monetaria	-	(38.897)	(66.136)	(98.060)	(103.845)	(99.338)	(103.913)	(100.951)
Otros Egresos Fuera De Explotación	-	(29.658)	(50.428)	(74.769)	(79.180)	(75.744)	(79.232)	(76.973)
Depreciación	-	(36.370)	(72.740)	(109.110)	(109.110)	(109.110)	(109.110)	(109.110)
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	-	2.285.758	3.423.249	12.818.941	10.983.584	12.424.779	10.968.941	11.912.416
Impuestos	-	(457.152)	(684.650)	(2.563.788)	(2.196.717)	(2.484.956)	(2.193.788)	(2.382.483)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	-	1.828.606	2.738.600	10.255.153	8.786.867	9.939.823	8.775.153	9.529.933
Dividendos	-	-	-	-	-	-	-	-
UTILIDADES RETENIDAS	-	1.828.606	2.738.600	10.255.153	8.786.867	9.939.823	8.775.153	9.529.933
FLUJO DE CAJA (M\$)								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015	2015
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	-	1.828.606	2.738.600	10.255.153	8.786.867	9.939.823	8.775.153	9.529.933
Depreciación	-	36.370	72.740	109.110	109.110	109.110	109.110	109.110
Amortización	-	(63.916)	(68.391)	(73.178)	(78.300)	(83.781)	-	-
Intereses Ganados despues de impuestos	-	20.584	17.004	13.175	9.077	4.692	4.692	4.692
Intereses Deuda despues de Impuestos	-	(9.850)	(16.644)	(27.046)	(27.858)	(28.694)	(29.222)	(29.546)
Variación Capital de Trabajo	-	-	(2.498.924)	3.314.401	266.349	3.951.748	2.117.901	4.199.942
Inversión Activo Fijo	149.500	149.500	149.500	-	-	-	-	-
Flujo de Caja Parcial		1.811.793	244.386	13.591.615	9.065.244	13.892.898	10.977.634	13.814.130
Valor Liquidación Activos Fijos (Termino Contrato)								519.934
Activos Fijos al costo								
Flujo de Caja Acumulado		1.811.793	244.386	13.591.615	9.065.244	13.892.898	10.977.634	14.334.064
WACC		10,73%						
Valor Actual (M\$)		39.200.587						
Valor Actual Neto (M\$)		39.350.087						
Valor Firma (M\$)		39.418.653						

3. Aporte al Valor Firma del proyecto "Servicio integral molienda SAG".

Una vez determinado ambos valores firma para condición sin y con proyecto, se realiza la suma entre ambos indicadores y se obtiene el aporte del proyecto.

Valor Firma Sin Proyecto "Servicio de mantenimiento"	(1)	=	M\$ 7.341.598.-
Valor Firma Con Proyecto "Servicio integral de molienda SAG"	(2)	=	MS 39.418.653.-
Valor Firma	(1) + (2)	=	M\$ 46.760.251.-

En cuadro N° 6.25, se muestra los resultados e indicadores de valorización de firma para condiciones sin proyecto y con proyecto.

¹¹¹ Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Cuadro Nº 6.25: Calculo de Valor Firma, Sin Proyecto.¹¹²

CUADRO RESUMEN HighService Ltda Giro: Servicios a La Minería	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
	HighService - Empresa de Servicios "Mantenimiento a Molinos SAG"	HighService - Empresa de Servicios "Operación y Mantenimiento Molino SAG" SERVICIO INTEGRAL MOLIENDA SAG
Beta ^{Equity HighService Ltda}	0,901	2,150
rf - BCU 10 años (tasa nominal)	2,72%	2,72%
Nota : Promedio BCU 2011, ultimos 10 meses (Anexo 5)		
E(rm) - IGPA	11,56%	11,56%
Nota : Calculado en base a periodo 10-01-2003 / 4-11-2011		
CAPM (anual)	10,68%	21,73%
rd (tasa anual)	6,00%	7,00%
Nota : Tasa Bancaria por financiamiento deuda, considerando riesgo empresa HighService Ltda. (Banco CorpBanca - Empresas)		
WACC	8,97%	10,47%
	M\$	M\$
VALOR FIRMA	\$ 7.341.598	\$ 39.418.653
NUEVO VALOR FIRMA	(VF Sin Proyecto + VF Con Proyecto)	\$ 46.760.251 436,92%

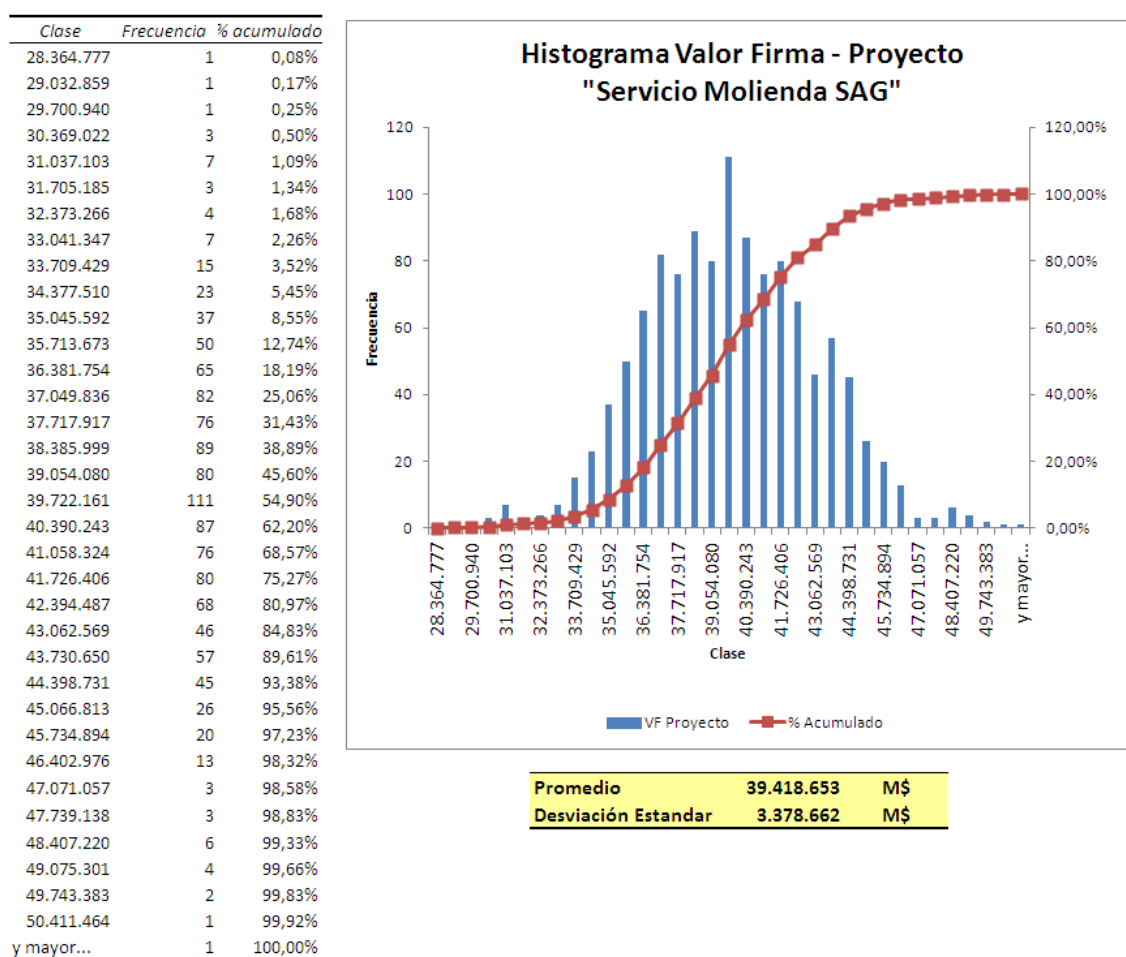
¹¹² Fuente: Elaboración propia, según supuestos planteados.

VII. Evaluación Económica

El aporte del proyecto “servicio integral de molienda SAG” posee un VAN de MS 39.418.653.- dicho VAN representa un incremento en el valor firma del 424%. Cabe destacar que este valor se ha simulado 1000 veces en Excel con los parámetros de sensibilidad usados en el modelo de simulación de producción y costos (capítulo V).

A continuación en figura N° 7.1, se presenta la distribución del VAN para la evaluación del la condición con proyecto, considerando las tres operaciones de molienda SAG.

Figura N° 7.1: Histograma distribución del VAN con proyecto.¹¹³



¹¹³ Fuente: Elaboración propia.

VIII. Conclusiones

En base a lo expuesto podemos concluir:

La demanda potencial estudiada “Molinos SAG” da cuenta de una gran base instalada y una futura demanda por nuevos proyectos para los próximos años respecto de la entrada en operación de plantas concentradoras con procesos de gran escala que incorporan molinos SAG. El proyecto “servicio integral de molienda SAG” en un servicio nuevo e innovador a la fecha ausente en la industria de procesamiento de minerales sulfuros, lo anterior dado que actualmente la operación de los molinos SAG se realiza con recursos propios, es decir es 100% internalizada en las distintas operaciones mineras y solo en algunos casos el servicio de mantenimiento es externalizado, es en esta etapa donde hoy HighService Ltda se ha integrado, la empresa hoy goza de un buen posicionamiento en la industria de servicios de mantenimiento especializados en las disciplinas eléctricas e instrumentación a lo anterior se suma el desarrollo de productos tecnológicos (medición de nivel de llenado, sensor de desgaste de revestimiento) que permite optimizar el proceso de molienda SAG.

El hecho de que las distintas operaciones mineras tengan internalizado la operación de los molinos SAG ofrece para HighService Ltda ventajas estratégicas importantes al momento de ejecutar el proyecto, (1) Manejo de cadena de suministro con contratos macros para todas las operaciones contratadas (2) Alta especialización del recurso humano “operación, mantenimiento” (3) Sinergia en el proceso de mejora continua aplicadas a distintos contratos. (4) Desarrollo de tecnología.

La introducción de tecnología al proceso de molienda SAG, permitirá optimizar el proceso reduciendo los costos de operación y aumentar los niveles disponibilidad del equipo desde un 94% a 96%. La introducción de tecnología es clave para lograr los objetivos estratégicos planteados del proyecto “menor costo por tonelada tratada, mayor disponibilidad y mejor tiempo de respuesta a imprevistos” y justifica que los altos costos actuales de los potenciales clientes no se transformen en costos para HighService Ltda.

Un riguroso plan de mantenimiento de los molinos SAG durante la operación permitirá tener mayor tiempo de funcionamiento, lo que se traducirá en mayor procesamiento de material y por ende mayores ingresos por concepto de toneladas molidas. Dicho programa de mantenimiento está enfocado en lo que se denomina mantenimiento centrado en condiciones.

Del proyecto “servicio integral de molienda SAG” se puede concluir que HighService Ltda busca ingresar en la industria de procesamiento de minerales usando como base el “Know How” del mantenimiento y operación asociada a estos equipos, lo que implica que HighService Ltda se está integrando horizontalmente en la Supply Chain del cliente, esto le permitirá obtener un mayor valor o excedente del productor del total de la cadena de suministro.

IX. Anexos

1. Anexo 1: “Acuerdo de alianza estratégica con BHP Billiton – HighService Ltda”

Desarrollo e implementación de tecnología sistema sensor de desgaste de revestimientos.¹¹⁴



Home / Acuerdo de Alianza estratégica con BHP BILLITON



HOME

EMPRESA

AREAS DE NEGOCIOS

• NOTICIAS

PORTAFOLIO

TRABAJA CON NOSOTROS

INTRANET

CONTACTO

Acuerdo de Alianza estratégica con BHP BILLITON

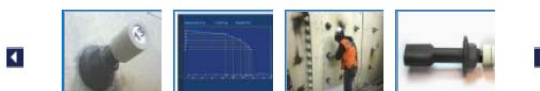
Después de un trabajo metódico en el marco del PROGRAMA CLUSTER de BHP BILLITON y fruto de mucho esfuerzo de un equipo de ingenieros y especialistas,

...se logra un acuerdo entre MINERA ESCONDIDA y HIGHSERVICE para implementar el servicio de monitoreo del desgaste de revestimientos de los Molinos SAG en planta Los Colorados y Laguna Seca.

Este importante contrato consiste en monitorear remotamente y en línea el desgaste de los revestimientos de los molinos SAG 3 y SAG 4 mediante sensores que transmiten por radiofrecuencia el desgaste actual de cada sección del molino hacia receptores que retransmiten inalámbricamente la información hacia el data center.

La medición y transmisión de data permite evaluar online el comportamiento de los revestimientos, detectando posibles tasas aceleradas de desgaste y mejorando la disponibilidad al prevenir daños en la coraza del molino.

Felicitaciones a todos los integrantes del equipo de Innovación Tecnológica (INNOTECH) por este importante logro.



 INDUSTRIAL SUPPORT COMPANY LTDA.

Coyancura 2283, Oficina 401. Providencia - Santiago - Chile
Teléfono (562) 663 5700 - (562) 3342691
clientes@highservice.cl

¹¹⁴ Fuente: www.highservice.cl/detalles_np.asp?id=6&fin=72

2. Anexo 2 : “Impacto por detenciones de Molino SAG en la industria”¹¹⁵



EXPERIENCIA EN LA INDUSTRIA

Reparación de molino SAG en Escondida

Minera Escondida posee dos plantas concentradoras, Los Colorados y Laguna Seca. En esta última opera el Molino SAG 4, que el año pasado fue sometido a una inédita y exitosa reparación, que se ha convertido en un referente para la industria minera mundial.

Imprimir Enviar Editor Suscripción Revista

Durante 2009 Minera Escondida –operada por BHP Billiton– produjo 1.102.976 toneladas métricas de cobre fino, un 12% menos que en 2008. Esta disminución se debió principalmente a una menor producción de concentrado por un efecto combinado de una baja en la ley de cabeza del mineral, mayor dureza del mineral tratado y la falla en el molino SAG 4 de la concentradora Laguna Seca, que experimentó seis detenciones entre agosto de 2008 y junio de 2009.

Las detenciones del molino sumaron una interrupción de 263 horas y fueron consecuencia de fallas a tierra de bobinas con la consecuente detención del molino. La consecutiva y progresiva degeneración del aislamiento de las bobinas hizo evidente que se estaba ante una falla que comprometería la disponibilidad del molino y, en consecuencia, la producción de la concentradora. Esto fue detectado anticipadamente, lo que permitió comenzar los preparativos para la reparación aproximadamente un año antes, instalando el sistema hidráulico requerido para desplazar el estator.

La reparación del molino SAG era una decisión crítica para la compañía pues, por una parte, nunca en la industria minera se había realizado un trabajo de rebobinado de un estator fuera de fábrica y, por otra, significaba la detención de la planta concentradora, que es responsable de aproximadamente el 50% de la producción de cobre fino contenido en concentrado.

La línea de producción de Laguna Seca está compuesta por el molino SAG GMD (Gearless Mill Drive) marca ABB de 38'x 22', que posee un motor de 26.000 HP y 3 molinos de bolas GMD de 25'x 40', con un motor de 18.000 HP cada uno.

Revista Nº 350 Agosto de 2010



Mes de la Minería: repunte y auge de la industria

- **Editorial** : Minería no metálica, ¿nuevos rumbos?
- **Reportaje** : Por la máxima difusión del sector
- **Actualidad** : “El royalty es un tema cerrado”
- **Reportaje** : Desafíos regionales en minería
- **Actualidad** : Los parlamentarios mineros
- **Actualidad** : Grandes desafíos para la industria
- **Actualidad** : “Ya somos un referente clave”
- **Actualidad** : Novedades y desafíos del abastecimiento
- **Mediana Minería** : La nueva mina de Salvador
- **Opinión** : ¿Quién es el dueño de Codelco?
- **Actualidad** : La constante innovación de SQM

¹¹⁵ Fuente: Revista Minería chilena http://www.mch.cl/revistas/index_neo.php?id=1398

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

3. Anexo 3: "Momento mensual proyecto" – Operación 1 - 70.000 Ton/Día.

Operación 1
Anglo American - división Los Bronces
Servicio de Molienda SAG - 70.000 Ton/Día

MOMENTO MENSUAL		AÑO 2011											
60 MESES (2011 - 2015)		ene-2011	feb-2011	mar-2011	abr-2011	may-2011	jun-2011	jul-2011	ago-2011	sep-2011	oct-2011	nov-2011	dic-2011
PRODUCCIÓN - MOLIENDA SAG (Diseño 170000 Ton/Día)	Días	31	29	31	30	31	30	31	30	31	30	31	31
Disponibilidad SAG - SIN Modelo	%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%
Producción - SIN Modelo	Ton/Día	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800
	Lb Cu/Día	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383
Disponibilidad SAG - CON Modelo	%	95,6%	95,7%	95,1%	95,4%	96,5%	95,2%	95,8%	96,0%	96,0%	95,5%	95,4%	95,4%
Producción - CON Modelo	Ton/Día	66.899	67.015	66.565	66.786	67.562	66.641	67.088	67.228	67.211	66.829	66.798	66.803
	Lb Cu/Día	995.743	997.474	990.770	994.056	1.005.606	991.894	996.557	1.000.636	1.000.386	994.702	994.232	994.314
	Crecimiento %	-	0,17%	-0,68%	0,33%	1,15%	-1,38%	0,67%	0,21%	-0,63%	-0,37%	-0,63%	0,01%
INGRESOS													
Ingresos Total - SIN Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455
Ingresos Total - CON Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	64.494.087	64.606.214	64.172.028	64.384.866	65.132.958	64.244.838	64.676.168	64.811.062	64.794.834	64.426.680	64.396.253	64.401.556
Delta Ingresos Totales Venta LbCu Fino (Cliente)	US\$	1.059.632	1.171.759	737.573	950.411	1.698.503	810.384	1.241.914	1.376.607	1.360.380	992.228	961.799	967.102
Delta Ingresos Total x Molienda SAG (HighService Ltda) (10% Total)	US\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Crecimiento Ingresos - CON Modelo %	-	1,81%	1,15%	1,48%	2,61%	1,26%	1,92%	2,12%	2,10%	1,54%	1,49%	1,50%
COSTOS VARIABLES													
Costos Variables - SIN Modelo	US\$	(2.651.740)	(2.480.660)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)
Costos Variables - CON Modelo	US\$	(2.511.261)	(1.616.302)	(1.640.097)	(2.473.476)	(2.128.696)	(2.104.142)	(1.737.323)	(2.591.051)	(1.571.045)	(2.541.212)	(1.651.086)	(2.562.156)
- Energía Eléctrica	US\$/Ton	0,81	0,41	0,38	0,81	0,57	0,61	0,40	0,81	0,37	0,81	0,41	0,81
- Bolas 5"	US\$/Ton	0,15	0,17	0,17	0,17	0,19	0,19	0,18	0,17	0,15	0,17	0,17	0,18
- Cal	US\$/Ton	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
- Agua de proceso	US\$/Ton	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
- Personal de Operaciones	US\$/Ton	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- Personal de Mantenimiento	US\$/Ton	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05
- Repuestos	US\$/Ton	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
Costos Variables - CON Modelo	US\$/Ton	1,21	0,83	0,79	1,23	1,02	1,05	0,84	1,24	0,78	1,23	0,82	1,24
Delta Costos Variables	US\$	140.479	864.358	1.011.643	92.704	523.044	462.058	914.417	60.689	995.155	110.528	913.114	89.584
	Crecimiento Costos Variables - CON Modelo %	-	-53,37%	1,45%	33,69%	-16,20%	-1,17%	1,26%	-1,92%	32,95%	-64,93%	38,18%	-53,91%
COSTOS FIJOS													
Administrador de contrato GG	US\$	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)
Contrato Hotline Fabrica	US\$	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)
Seguros	US\$	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)
Delta costos Fijos	US\$	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)
Ingreso - Egreso	US\$	84.357	758.236	805.521	(18.899)	416.922	855.936	808.295	(45.488)	888.038	4.406	806.991	(16.588)
Ingreso - Egreso Acumulado	US\$	84.357	792.592	1.698.113	1.684.715	2.101.636	2.457.572	3.265.867	3.220.484	4.109.467	4.118.872	4.922.864	4.906.823

Operación 1
Anglo American - división Los Bronces
Servicio de Molienda SAG - 70.000 Ton/Día

MOMENTO MENSUAL		AÑO 2012											
60 MESES (2011 - 2015)		ene-2012	feb-2012	mar-2012	abr-2012	may-2012	jun-2012	jul-2012	ago-2012	sep-2012	oct-2012	nov-2012	dic-2012
PRODUCCIÓN - MOLIENDA SAG (Diseño 170000 Ton/Día)	Días	31	29	31	30	31	30	31	30	31	30	31	31
Disponibilidad SAG - SIN Modelo	%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%
Producción - SIN Modelo	Ton/Día	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800
	Lb Cu/Día	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383
Disponibilidad SAG - CON Modelo	%	96,4%	95,7%	95,7%	96,3%	95,6%	95,0%	95,8%	95,1%	95,8%	95,6%	95,4%	94,9%
Producción - CON Modelo	Ton/Día	67.494	66.984	67.003	67.386	66.919	66.522	67.058	66.558	66.744	66.819	66.762	66.448
	Lb Cu/Día	1.004.596	997.004	997.291	1.002.993	996.031	990.131	998.107	990.664	993.434	996.039	993.700	989.022
	Crecimiento %	-	-0,76%	0,03%	0,57%	-0,70%	-0,60%	0,80%	-0,75%	0,28%	0,26%	-0,24%	-0,47%
INGRESOS													
Ingresos Total - SIN Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455
Ingresos Total - CON Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	65.067.493	64.575.776	64.594.352	64.963.699	64.512.795	64.130.610	64.647.226	64.165.169	64.344.535	64.513.307	64.361.790	64.058.794
Delta Ingresos Totales Venta LbCu Fino (Cliente)	US\$	1.633.039	1.141.321	1.159.898	1.529.244	1.078.340	696.155	1.212.772	730.714	910.080	1.078.853	927.335	624.340
Delta Ingresos Total x Molienda SAG (HighService Ltda) (10% Total)	US\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Crecimiento Ingresos - CON Modelo %	2,51%	1,77%	1,80%	2,35%	1,67%	1,09%	1,88%	1,14%	1,41%	1,67%	1,44%	0,97%
COSTOS VARIABLES													
Costos Variables - SIN Modelo	US\$	(2.651.740)	(2.480.660)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)
Costos Variables - CON Modelo	US\$	(2.478.503)	(1.644.428)	(2.144.346)	(1.834.943)	(2.424.703)	(1.563.435)	(1.665.515)	(2.321.048)	(2.486.904)	(2.173.863)	(1.994.700)	(3.215.658)
- Energía Eléctrica	US\$/Ton	0,77	0,52	0,60	0,46	0,79	0,38	0,37	0,73	0,81	0,61	0,56	0,75
- Bolas 5"	US\$/Ton	0,15	0,18	0,18	0,19	0,17	0,15	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,32
- Cal	US\$/Ton	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,07
- Agua de proceso	US\$/Ton	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
- Personal de Operaciones	US\$/Ton	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
- Personal de Mantenimiento	US\$/Ton	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08
- Repuestos	US\$/Ton	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,27
Costos Variables - CON Modelo	US\$/Ton	1,18	0,95	1,03	0,91	1,17	0,78	0,80	1,12	1,24	1,05	1,00	1,56
Delta Costos Variables	US\$	173.237	636.232	507.394	731.257	227.037	1.062.765	986.225	330.692	79.296	477.877	571.492	(563.918)
	Crecimiento Costos Variables - CON Modelo %	-3,38%	-34,38%	13,99%	-16,86%	24,32%	-35,09%	6,13%	28,24%	6,67%	-14,40%	-8,98%	37,97%
COSTOS FIJOS													
Administrador de contrato GG	US\$	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)
Contrato Hotline Fabrica	US\$	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)
Seguros	US\$	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)
Delta costos Fijos	US\$	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)
Ingreso - Egreso	US\$	67.115	530.109	401.271	625.134	120.914	896.642	880.102	224.570	(26.826)	371.754	465.369	(670.040)
Ingreso - Egreso Acumulado	US\$	4.973.440	3.503.550	3.904.821	6.529.955	6.650.870	7.547.512	8.427.614	8.652.183	8.625.357	8.597.112	9.462.481	8.792.441

Servicio de Molienda SAG, una Estrategia de Integración Vertical de la Empresa HighService Ltda.

Operación 1
Anglo American - división Los Bronces
Servicio de Molienda SAG - 70.000 Ton/Día

MOMENTO MENSUAL

80 MESES (2011 - 2015)

		AÑO 2015												
		ene-2015	feb-2015	mar-2015	abr-2015	may-2015	jun-2015	jul-2015	ago-2015	sep-2015	oct-2015	nov-2015	dic-2015	
PRODUCCIÓN - MOIENDA SAG (Diseño 170000 Ton/Día)		Días	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Disponibilidad SAG - SIN Modelo	%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%	94,0%
Producción - SIN Modelo	Ton/Día	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800	65.800
	Lb Cu /Día	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383	979.383
Disponibilidad SAG - CON Modelo	%	95,7%	95,3%	95,6%	96,3%	95,9%	96,2%	95,8%	95,0%	95,9%	96,2%	95,1%	95,8%	
Producción - CON Modelo	Ton/Día	67.010	66.727	66.900	67.427	67.104	67.358	66.809	66.471	67.113	67.365	66.578	67.062	
	Lb Cu /Día	997.394	993.173	995.760	1.003.592	998.798	1.002.571	994.407	989.375	998.929	1.002.676	990.963	998.166	
	Crecimiento %	-	-0,43%	0,26%	0,76%	-0,46%	0,36%	-0,82%	-0,51%	0,96%	0,37%	-1,16%	0,72%	
INGRESOS														
Ingresos Total - SIN Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	63.434.455	
Ingresos Total - CON Modelo (Lb Cu Fino)	US\$	64.601.070	64.327.654	64.495.211	65.002.513	64.692.014	64.936.365	64.407.556	64.081.688	64.700.477	64.943.162	64.184.503	64.651.049	
Delta Ingresos Totales Venta LbCu Fino (Cliente)	US\$	1.166.616	893.199	1.060.756	1.568.058	1.257.559	1.501.911	973.101	647.234	1.266.022	1.508.708	750.049	1.216.594	
Delta Ingresos Total x Molienda SAG (HighService Ltda.) (10% Total)	US\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Crecimiento Ingresos - CON Modelo %	1,81%	1,39%	1,64%	2,41%	1,94%	2,31%	1,51%	1,01%	1,96%	2,32%	1,17%	1,88%	
COSTOS VARIABLES														
Costos Variables - SIN Modelo	US\$	(2.651.740)	(2.480.660)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	(2.566.200)	(2.651.740)	
Costos Variables - CON Modelo	US\$	(2.145.359)	(1.607.525)	(2.129.136)	(1.817.748)	(1.847.536)	(1.594.011)	(1.649.131)	(3.346.696)	(1.778.968)	(1.807.803)	(2.077.649)	(1.854.530)	
- Energía Eléctrica	US\$/Ton	0,60	0,43	0,63	0,49	0,47	0,37	0,37	0,79	0,45	0,42	0,62	0,47	
- Bolas 5"	US\$/Ton	0,19	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,38	0,18	0,18	0,18	0,17	
- Cal	US\$/Ton	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	0,03	0,04	0,04	0,03	
- Agua de proceso	US\$/Ton	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	
- Personal de Operaciones	US\$/Ton	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	
- Personal de Mantenimiento	US\$/Ton	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,10	0,04	0,04	0,04	0,05	
- Repuestos	US\$/Ton	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	0,27	0,14	0,15	0,14	0,14	
Costos Variables - CON Modelo	US\$/Ton	1,03	0,83	1,03	0,90	0,89	0,79	0,80	1,62	0,88	0,87	1,04	0,89	
Delta Costos Variables	US\$	506.381	873.135	522.604	748.452	804.204	972.189	1.002.609	(694.956)	787.232	843.937	488.551	797.210	
	Crecimiento Costos Variables - CON Modelo %	-18,29%	-33,46%	24,50%	-17,13%	1,61%	-15,90%	3,34%	50,72%	-88,13%	1,60%	12,99%	-12,03%	
COSTOS FIJOS														
Administrador de contrato GG	US\$	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	(24.490)	
Contrato Hotline Fabrica	US\$	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	(30.612)	
Seguros	US\$	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	(51.020)	
Delta costos Fijos	US\$	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	(106.122)	
Ingreso - Egreso	US\$	400.259	767.012	416.482	642.329	698.082	866.066	896.486	(801.078)	681.109	737.814	382.429	691.088	
(Ingreso - Egreso) Acumulado	US\$	20.681.464	21.448.476	21.864.958	22.507.288	23.205.370	24.071.436	24.967.922	24.166.844	24.847.953	25.585.768	25.968.197	26.659.283	

4. Anexo 4: “Impuestos de primera categoría - SII”¹¹⁶



IMPUESTO DE PRIMERA CATEGORÍA (IMPUESTO A LAS UTILIDADES)

El Impuesto de Primera Categoría, grava las utilidades tributarias de los negocios, dejando afectas las rentas provenientes del capital y de las empresas comerciales, industriales, mineras y otras.

Este impuesto se determina sobre la base de las utilidades líquidas obtenidas por la empresa, vale decir, sobre los ingresos devengados o percibidos menos los gastos, y se declara anualmente en abril de cada año por todas aquellas rentas devengadas o percibidas en el año calendario anterior.

Respecto de algunas actividades (agricultura, minería y transporte), el contribuyente puede pagar el impuesto según un sistema de renta presunta, en la medida que cumpla con las condiciones señaladas en la ley.

El Impuesto de Primera Categoría pagado por la empresa se rebaja como crédito, de acuerdo con el mecanismo establecido para la confección del Fondo de Utilidades Tributables, de los Impuestos Global Complementario o Adicional que afecten a los dueños, socios o accionistas de las empresas o sociedades por las utilidades retiradas (en dinero o especies) o por los dividendos distribuidos.

Las tasas del impuesto de primera categoría, vigentes desde el año 2004, tienen el siguiente comportamiento:

Impuesto/Años	2004 al 2010	2011	2012	2013 y siguientes
Impuesto 1° Categoría	17%	20%	18.5%	17%

El libro denominado Fondo de Utilidades Tributables (FUT) debe ser llevado por toda empresa para el control de las utilidades generadas por éstas, el retiro o distribución de las mismas y de aquellas que quedan pendiente de retiro o distribución, como también para el control de los respectivos créditos asociados a dichas utilidades.

¹¹⁶ Fuente: SII http://www.sii.cl/portales/inversionistas/imp_chile/impuesto_primera.htm

5. Anexo 5: “Bonos BCU”¹¹⁷

TASAS DE INTERÉS DE LOS INSTRUMENTOS DEL BANCO CENTRAL DE CHILE (1)

http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/series-indicadores/xls/Tasas_instrumentos_BCCH.xls




(1) Corresponde a la tasa promedio ponderado del mes de los pagarés vendidos bajo la modalidad de licitación.

		BCP			BCU				
		2 años	5 años	10 años	2 años	5 años	10 años	20 años	30 años
2009	Enero	5,62	5,31	-	-	3,12	2,71	-	-
	Febrero	4,68	4,53	-	-	1,99	2,19	-	-
	Marzo	2,81	4,01	-	-	1,78	-	-	-
	Abril	-	4,52	-	-	1,87	2,56	-	-
	Mayo	2,62	4,64	-	-	2,86	3,30	-	-
	Junio	2,67	4,91	-	-	-	-	-	-
	Julio	2,54	-	-	-	-	-	-	-
	Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-
	Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-
	Octubre	-	-	-	-	-	-	-	-
	Noviembre	-	-	-	-	-	-	-	-
	Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	Enero	3,38	5,27	-	-	-	-	-	-
	Febrero	3,48	5,38	-	-	-	-	-	-
	Marzo	3,19	5,41	-	-	-	-	-	-
	Abril	3,63	5,56	-	-	-	-	-	-
	Mayo	3,79	5,53	-	-	-	-	-	-
	Junio	4,05	5,57	-	-	-	-	-	-
	Julio	4,60	5,59	-	-	-	-	-	-
	Agosto	4,70	5,59	-	-	-	-	-	-
	Septiembre	4,71	5,58	-	-	-	-	-	-
	Octubre	4,75	5,67	-	-	2,61	-	-	-
	Noviembre	4,73	5,72	-	-	2,58	-	-	-
	Diciembre	-	5,66	-	-	2,67	-	-	-
2011	Enero	-	-	-	-	-	-	-	-
	Febrero	-	6,53	6,80	1,58	2,59	3,17	3,39	3,50
	Marzo	5,72	6,38	6,50	1,73	2,42	2,88	3,18	3,27
	Abril	5,95	6,26	6,30	2,14	2,53	-	-	-
	Mayo	5,94	6,10	6,22	2,27	2,57	2,85	3,03	3,11
	Junio	5,94	6,12	6,21	2,47	2,59	2,87	3,04	3,15
	Julio	-	5,96	6,06	2,72	2,68	2,88	3,11	3,22
	Agosto	5,61	5,42	5,45	-	2,52	2,56	2,70	2,81
	Septiembre	4,92	4,91	5,05	2,11	1,98	2,26	2,69	2,77
	Octubre	4,56	4,68	5,00	-	1,89	2,28	2,71	2,86
	Noviembre	4,83	5,10	5,41	2,57	2,50	2,77	-	-
	Diciembre	4,86	4,93	5,20	2,53	2,41	2,64	2,90	2,99
2012	Enero	4,71	4,80	-	-	-	-	-	-
	Febrero	-	-	-	-	-	-	-	-

Tasa Rf
Promedio 2011
2,72 %

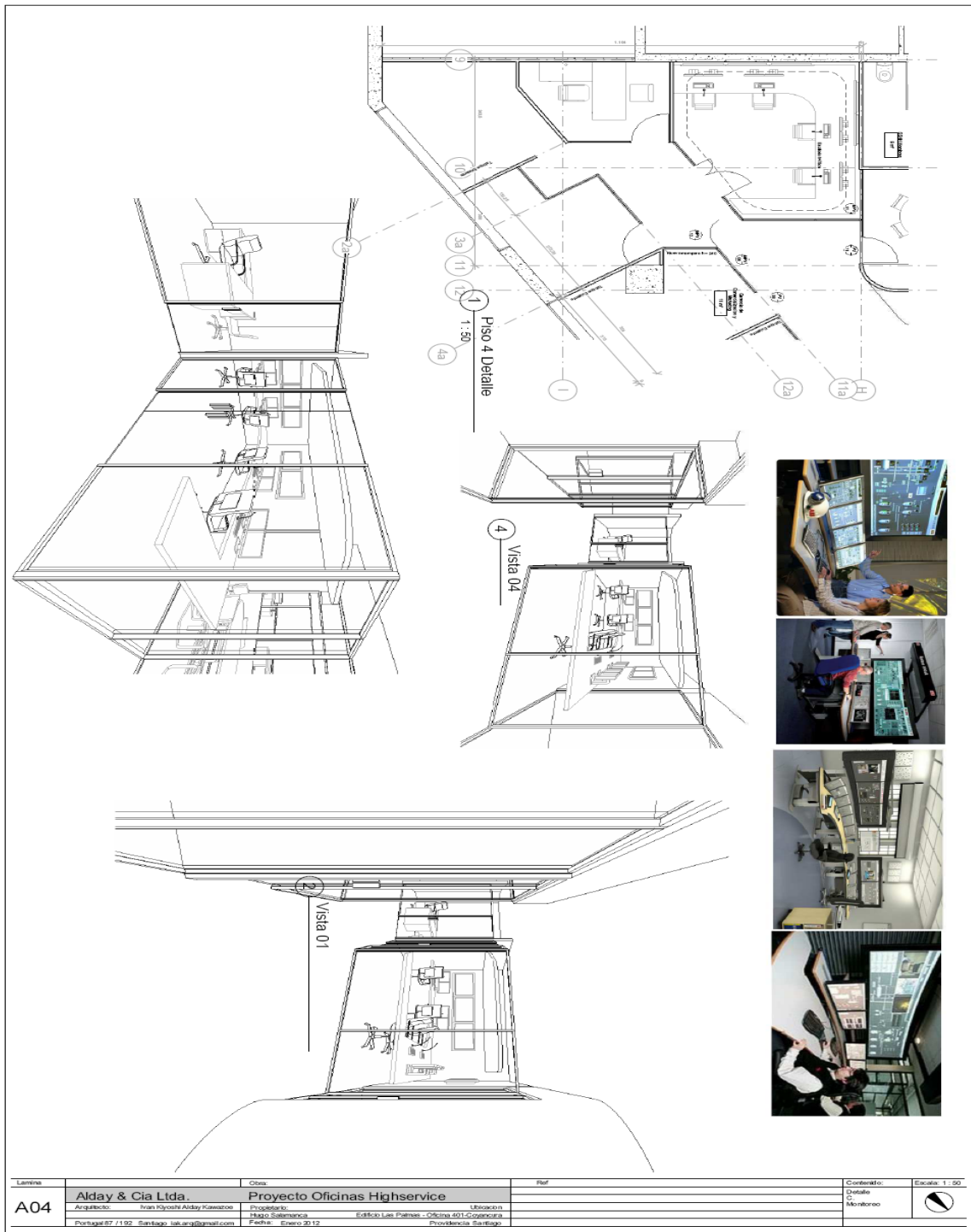
¹¹⁷ Fuente: Banco Central http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/series-indicadores/xls/Tasas_instrumentos_BCCH.xls

6. Anexo 6: Parámetros de industria de servicios de mantenimiento en mercado minero.¹¹⁸

				
Risk Free Rate	4,50%	3,20%	4,00%	
Cost of Debt	6,70%	5,00%	7,00%	
Equity Risk Prem	5,00%	5,00%	5,00%	
Industry WACC Calculation				Median (Promedio)
Beta (unlevered)	1,1	1,38	0,62	1,033
Industry D/E	19,00%	15,60%	1,00%	11,87%
Tax Rate (5 yrs)	20,00%	22,40%	20,00%	20,80%
Beta (relevered)	1,27	1,54	0,6262	1,145
Cost of Debt (after-tax)	5,40%	3,90%		4,65%
Debt / Capital	15,90%	13,50%		14,70%
WAC (debt)	0,90%	0,50%		0,70%
Cost of Equity (CAPM)	10,90%	10,90%	8,29%	10,03%
Equity / Capital	84,10%	86,50%	80,00%	83,53%
WAC (equity)	9,20%	9,40%	6,63%	8,41%
WACC Conclusion	10,00%	10,00%	7,46%	9,15%

¹¹⁸ Fuentes: <http://finance.yahoo.com/>
<http://www.bloomberg.com/>
<http://www.bolsadesantiago.com/theme/resumenInstrumento.aspx?nemo=ELECMETAL>

7. Anexo 7: “Sala de monitoreo y diagnóstico remoto operación Molino SAG”¹¹⁹



Lamina	Obra	Ref	Contenido	Escala: 1 : 50
A04	Alday & Cia Ltda. Arquitecto: Ivan Kiyoshi Alday Kawasoe Propietario: Hugo Salazar Fecha: Enero 2012	Proyecto Oficinas Highservice Ubicación: Edificio Las Palmas - Oficina 401C Copiapó Provincia: Santiago	Detalle C Monitoreo	

¹¹⁹ Actual proyecto en desarrollo en HighService Ltda.

8. Anexo 8: “Bibliografía”

Publicación Revista Minería Chilena
Tema: Catastro de Equipamiento Minero 2007-2009
Autor: Editec S.A.
Fecha: Noviembre 2009

Publicación Codelco Chile División EL Teniente
Tema: Experiencia Operacionales y Mantención Planta SAG El Teniente
Autor: Ernesto Veas Bustos, Gerente de Plantas
Fecha: Abril 2008

Publicación Internet
Tema: Preparación Mecánica de Minerales “Dimensionamiento De Molinos Bond”.
Autor: Prof. Jaime Tapia Quezada.

Publicación Internet.
Tema: Preparación Mecánica de Minerales “Teoría y Técnicas De Molienda.
Autor: Prof. Jaime Tapia Quezada.

Publicación Revista Minería Chilena Agosto 2004.
Tema: Evolución Histórica De Los Circuitos De Molienda.
Autor: Juan Bouso - Eral, Equipos y Procesos, S.A.

Universidad Santa María Workshop 2001.
Tema: Plantas Concentradoras Molienda SAG.
Autor: Universidad Santa María – Valparaíso.

Publicación Internet.
Tema: Software de Simulación procesos y equipos plantas concentradoras Simula v10.
http://www.uc.cl/sw_educ/simula/html/f_simula.html
Autor: Universidad Católica De Chile, Escuela De Ingeniería , Centro de Minería.

Publicación Internet.
Tema: Centro de Información Técnica circuitos de molienda.
http://www.donhad.com.au/MolyCop_Tools.asp
Autor: Moly Cop, Grinding Media, “Molycop tool.

Universidad Gabriela Mistral - Proyecto de Tesis Ingeniería Civil Industrial
Tema: Modelo de gestión de mantenimiento, Petaquilla Minerals
Autor: Francisco Arjona – Cristian Sepúlveda.

Universidad Gabriela Mistral - Proyecto de Tesis Ingeniería Civil Industrial
Tema: Diseño modelo de simulación para evaluación de sistema de recirculación de agua fresca en intercambiador de calor planta cloración – minera Los Pelambres
Autor: Aguilera Malebrán, Karen.