



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE MINAS**

**ARBOL DE DECISION PARA LA GESTION Y CONTROL DEL COSTO  
DE TRANSPORTE INTERIOR MINA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL  
MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL EN MINAS**

**JORGE NICOLÁS TOM SOCARRÁS**

**PROFESOR GUÍA:**

**NICOLAS JADUE MAJLUF**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:**

**DANIEL VARELA LOPEZ**

**FERNANDO ACOSTA BARRIGA**

**SANTIAGO DE CHILE**

**MARZO 2014**

RESUMEN DE MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL E INGENIERO CIVIL EN MINAS

POR: JORGE NICOLÁS TOM SOCARRÁS

PROFESOR GUÍA: NICOLÁS JADUE M.

**“ARBOL DE DECISION PARA LA GESTION Y CONTROL DEL COSTO  
DE TRANSPORTE INTERIOR MINA”**

La presente memoria tiene como finalidad generar una herramienta de gestión de costos que permita en diversos niveles de la Organización, lograr el cumplimiento del budget comprometido para el presente año fiscal 2013 en Minera Escondida Limitada.

La operación unitaria con mayor impacto en el costo mina es el transporte de material, cercano a un 45% del costo total, el cual, actualmente presenta ciertas desviaciones por la falta de información del comportamiento de la mina diariamente. Esto en su generalidad se debe a las altas leyes del yacimiento y la necesidad de cumplir con el plan de producción.

En este trabajo se identifican claramente los factores operacionales y de costos que impactan en el transporte de materiales interior mina. Se desarrolla un árbol de decisiones conectado naturalmente a las distintas bases de datos, llevando control estadístico de los factores operacionales y de costos identificados anteriormente. Se identifican cuáles los controles y/o decisiones estratégicas para ayudar a revertir, controlar, apaciguar el impacto en el costo de la operación mina.

Con esta herramienta implementada, se presenta el ahorro alcanzado y se gatilla la oportunidad de mejora referente al control y gestión de los factores operacionales y de costos, en relación a la falta de tecnología, sistemas de apoyo y reglas de decisiones a seguir.

## Tabla de contenido

1	CAPITULO I: Introducción .....	5
1.1	Descripción del problema.....	5
1.2	Objetivos .....	5
1.2.1	General .....	6
1.2.2	Específicos.....	6
1.3	Alcances.....	6
2	CAPITULO II: Antecedentes generales .....	6
2.1	Mercado del cobre .....	6
2.1.1	Reservas mundiales .....	7
2.1.2	Sustitutos .....	8
2.2	Importancia de la minería en Chile.....	8
2.2.1	Mercado del cobre en Chile .....	9
2.2.2	Aporte al PIB.....	9
2.2.3	Exportaciones .....	11
2.2.4	Gran Minería.....	11
2.2.5	Aporte Laboral .....	12
2.3	Antecedentes Minera Escondida Limitada (MEL) .....	13
2.3.1	Ubicación geográfica .....	13
2.3.2	Propiedad .....	14
2.3.3	Misión, visión y objetivos estratégicos .....	14
2.3.4	Importancia en la producción de cobre en el mundo y en Chile.....	14
2.3.5	Operación Mina e infraestructura.....	15
2.3.6	Operaciones Unitarias o Actividades Productivas.....	16
2.3.7	Estructura de costos MEL.....	19
2.3.8	Competitividad en costos de MEL.....	20
2.3.9	Período, perímetro funcional y datos .....	21
2.3.10	Estructura Administrativa .....	21
3	CAPITULO III: Gestión de Costos: Conceptos Generales.....	25
3.1	Costeo de actividades.....	25
3.2	Key Value Drivers (KVD).....	26
3.3	Key Cost Drivers (KCD) .....	28
3.4	Relación entre gestión y costo .....	30
3.5	Estructura de análisis de gestión .....	30
3.6	Conceptos.....	30
3.6.1	Insumos: .....	30
3.6.2	Recursos:.....	30
3.6.3	Dotaciones:.....	30
4	CAPITULO IV: Estructura de Costos .....	31
4.1	Análisis de costos .....	31

4.2	Distribución de gastos .....	31
4.3	Distribución de costos .....	31
4.4	Análisis de Pareto .....	32
4.5	Costos relevantes .....	32
5	CAPITULO V: Árbol de gestión.....	33
5.1	Lineamientos base .....	33
5.2	Fuentes de información y frecuencia de monitoreo.....	34
5.3	Presentación de KCD, KVD y parámetros operacionales en Árbol de gestión. ....	35
5.3.1	KCD .....	35
5.3.2	KVD .....	35
5.3.3	Parámetros operacionales .....	35
5.4	Relaciones de interés para consumo de insumos.....	36
5.4.1	Consumo de petróleo.....	36
5.4.2	Consumo de neumáticos .....	36
5.5	Modelo de control y gestión de KCD.....	36
5.6	Reglas de decisiones .....	43
5.7	Impacto por uso de la herramienta.....	45
5.7.1	Neumáticos para camiones de extracción (CAEX) .....	45
5.7.2	Contratista re-manejo .....	46
5.7.3	Petróleo .....	47
6	Conclusión .....	47
7	Bibliografía.....	48
8	Anexos.....	48
8.1	Anexo A: Listado de equipos de MEL .....	48
8.2	Anexo B: Carta Minera Escondida .....	50
8.3	Anexo C: Índices Mecánicos: Tiempos de Operación.....	51
8.4	Anexo D: Ejemplo Budget Producción Mina MEL .....	52
8.5	Anexo E: Ejemplo Budget Transporte MEL.....	53
8.6	Anexo F: Ejemplo Forecast Producción Mina MEL .....	54
8.7	Anexo G: Ejemplo Forecast Transporte MEL.....	55
8.8	Anexo H: Ejemplo Planes Semanales y Bisemanales .....	56

# 1 CAPITULO I: Introducción

En Chile la minería es la principal actividad económica. En el último quinquenio (2007 – 2012), aportó cerca del 15% del PIB, generando el 64% de las exportaciones totales, una participación de empleo total del país del 12% (Consejo Minero, 2013) y contribuyendo con el 23% de la totalidad de los ingresos fiscales. La minería es la actividad más competitiva y relevante en el ámbito que dispone el país, constituyéndose en una potencia minera a nivel mundial. (Banco Central de Chile, 2012)

En la actualidad, dada las altas leyes de cobre existentes en algunos de los yacimientos más importantes (Escondida, Chuquibambilla, etc), el objetivo principal en estas faenas, es cumplir con metas de producción sin un control eficiente de los costos asociados a la misma. Todo lo anterior bajo el esquema que la ley del mineral paga su extracción o “flota”. El crecimiento de las empresas mineras y la producción ha sido a través de inversiones, mantenimiento de activos, contratación y preparación de mano de obra calificada en donde éste ejercicio de aumentar los factores operacionales y mano de obra necesariamente no converge a eficiencia operacional y productiva.

Ahora bien, uno de los factores más importantes para la toma de decisiones efectivas es la cantidad de información disponible al momento de ejecutar una u otra acción. Éste es el caso de Minera Escondida Limitada, en donde hay en su mayoría leyes altas en el yacimiento y poca información disponible para sustentar la toma de decisiones.

Con herramientas como la presentada y desarrollada en el siguiente trabajo de memoria se demuestra que la operación puede ser más eficiente a nivel de costos, obteniendo mayores beneficios y logrando el cumplimiento de los compromisos adquiridos con la organización por parte de la operación.

## 1.1 Descripción del problema

En Minera Escondida el acceso a la información de los costos/gastos de insumos y las unidades productivas es una vez al mes luego del cierre contable, lo cual no permite hacer una gestión proactiva con información verídica sino basada en la experiencia de la persona que toma las decisiones. Dado que el precio de los minerales se está viendo a la baja, las decisiones deben tomarse en función de los costos, realizando análisis de la información a la que tiene acceso.

## 1.2 Objetivos

Con el fin de desarrollar una herramienta que permita visualizar el comportamiento de los costos en el día a día y apoyar la toma de decisiones en el corto plazo con impacto en el corto, mediano y largo plazo con información confiable y disponible en el momento, se exponen los siguientes objetivos.

## 1.2.1 General

Generar una herramienta de gestión de costos que permita en diversos niveles de la Organización, lograr el cumplimiento del budget comprometido para el presente año fiscal 2013.

## 1.2.2 Específicos

- Realizar un árbol de costos que considere todas las áreas de la operación en la Gerencia General de Operación Mina.
- Identificación de *Key Value Drivers* que serán foco para toma de decisiones para la Gerencia General de Operación Mina.
- Realizar y hacer operativo, con la unión de distintas bases de datos, un árbol de costeo dinámico.
- Conectar *Key Performance Indicators* de desempeño que impacten directamente en los *Key Value Drivers* y *Key Cost Drivers*.
- Desarrollar modelo de reglas de decisiones sobre *Key Value Drivers* y *Key Cost Drivers*.

## 1.3 Alcances

Este trabajo se concentra en el desarrollo e implementación de esta nueva herramienta enfocada en el transporte interior mina, como principal unidad productiva de mayor impacto en el costo total mina, dejando abierta la posibilidad de implementar para las demás operaciones unitarias y poder tener la posibilidad de realizar gestión proactiva para cumplir con los compromisos adquiridos de la Gerencia de Operaciones Mina hacia la compañía en relación a costos.

# 2 CAPITULO II: Antecedentes generales

## 2.1 Mercado del cobre

El cobre, como cualquier otro bien comerciable, es transado entre productores y consumidores. Los productores venden su producción presente o futuro a clientes, quienes transforman el metal llevándolo a su forma de uso final. Uno de los más importantes factores en la transacción de un *commodity* como el cobre es la de fijar el precio para el presente ("*spot price*") o para el futuro.

El rol de las casas de transacciones de *commodities* es facilitar y hacer transparente el proceso de fijación de precios. Las transacciones de Cobre se realizan en tres mercados internacionales: La Bolsa de Metales de Londres, COMEX de la Bolsa Mercantil de Nueva York y la Bolsa de Metales de Shanghái. Estas bolsas establecen un precio del día y además cotizaciones

para las transacciones a futuro, lo cual ofrece un escenario para negociar contratos y opciones de compra sobre lotes de cobre.

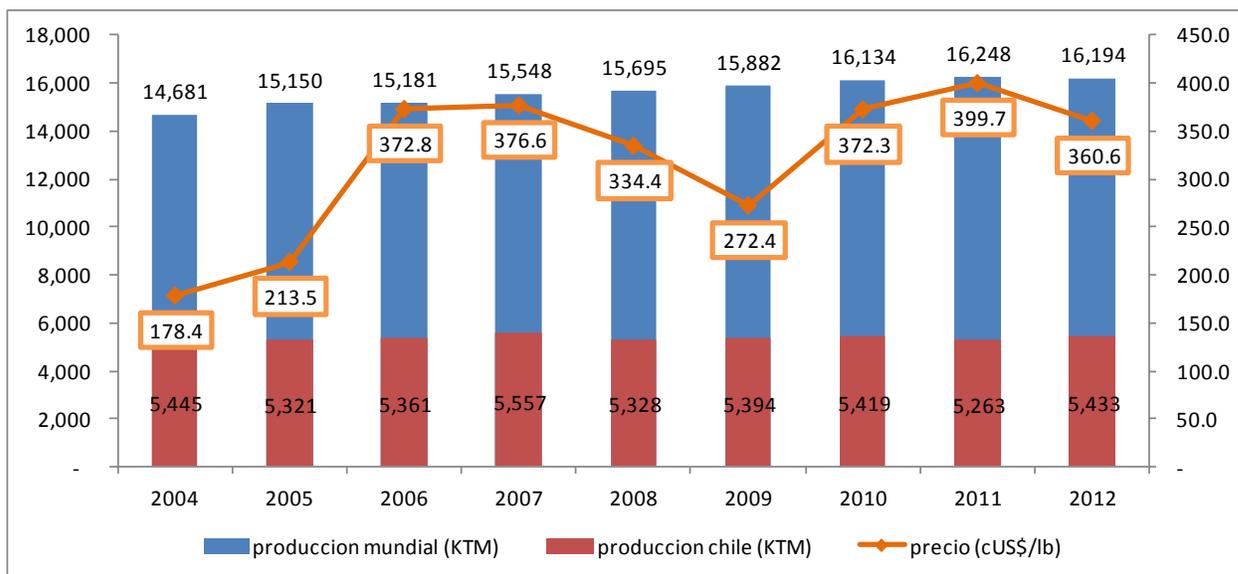


Ilustración 1 Producción y precio del cobre en la historia. Fuente Cochilco.

### 2.1.1 Reservas mundiales

En el año 2012 según el informe emitido por la U.S. Geological Survey las reservas mundiales estimadas están distribuidas como se aprecian en la ilustración 2, para un total aproximado de 680 KTM (USGS, 2013), liderado por Chile, Australia y Perú.

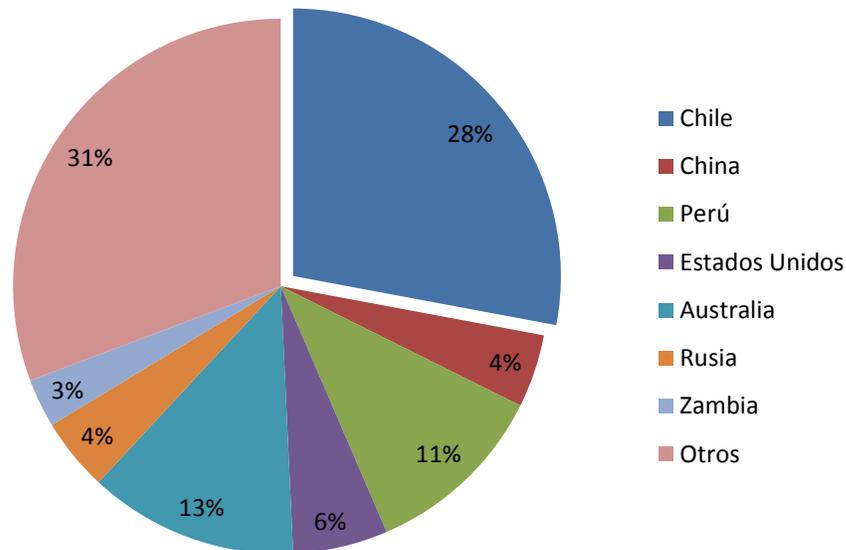


Ilustración 2 Reservas Mundiales de Cobre 2012. 680.000 KTM. Fuente USGS.

### 2.1.2 Sustitutos

El boom del cobre, que ya se extiende por más de quince años, ha generado espacios para que se intensifique la sustitución del mineral. El cobre es usado como materia prima en el desarrollo de la infraestructura de las ciudades, proceso que observa con más fuerza en países como China e India, que actualmente impulsan el consumo mundial. Sin embargo, esa realidad también es acompañada por el avance tecnológico y descubrimientos de mayores propiedades de otros minerales, como el aluminio y carbón. Entre los sustitutos (USGS, 2013) del cobre más importantes se encuentran:

- Aluminio: Sustituye al cobre en cables de poder, equipos eléctricos, radiadores de automóviles y en tuberías de refrigeración.
- Titanio y acero: son usados para intercambio de calor.
- Fibra óptica: sustituye al cobre en aplicaciones de telecomunicaciones.
- Plásticos: sustituye al cobre en tuberías de agua, drenaje y accesorios de plomería.
- Grafeno: Podría sustituir al cobre en todas las aplicaciones, con mejor desempeño pero actualmente es demasiado costosa su producción y a pequeña escala. (Grafeno)

## 2.2 Importancia de la minería en Chile

En este inciso se contextualizará la importancia de la minería del cobre en Chile, desde el mercado del metal pasando por el impacto en la economía del país, aporte laboral, entre otros.

## 2.2.1 Mercado del cobre en Chile

Como indica el gráfico 3, Chile contribuyó a la producción mundial de cobre, en el 2012 con 5.433 KTM de cobre fino, representando el 32% del total de la producción mundial del metal (Consejo Minero, 2013).

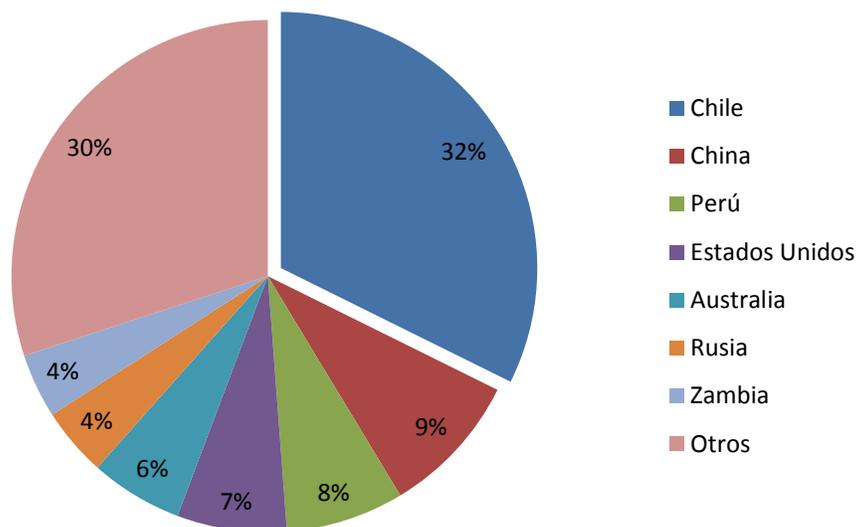


Ilustración 3 Producción Mundial de Cobre 2012. 16.600 KTM. Fuente USGS.

Dentro del escenario global, la importancia de Chile como productor de cobre refuerza la idea, por parte de los organismos pertinentes, de potenciar al país como proveedor de servicios de ingeniería de proyectos mineros a nivel global, un país que atrae talentos, mano de obra calificada, capaz de despertar el interés de inversionistas, agregar valor a través de procesos innovadores desarrollados localmente, entre otros.

## 2.2.2 Aporte al PIB

La minería ha sido una actividad clave en el crecimiento económico de Chile en la última década. El gráfico siguiente muestra la participación de la minería como actividad económica en el PIB de Chile (Banco Central de Chile, 2012), ratificando su importancia.



Ilustración 4 PIB de Chile e impacto de la minería en el tiempo.

Dentro de los distintos sectores industriales del país, la minería corresponde a la segunda en importancia directa en la economía. No obstante, repercute con su participación en otras industrias como en construcción, manufactura, servicios empresariales, entre otros. El siguiente gráfico muestra la participación del PIB de los distintos sectores industriales (Banco Central de Chile, 2012).

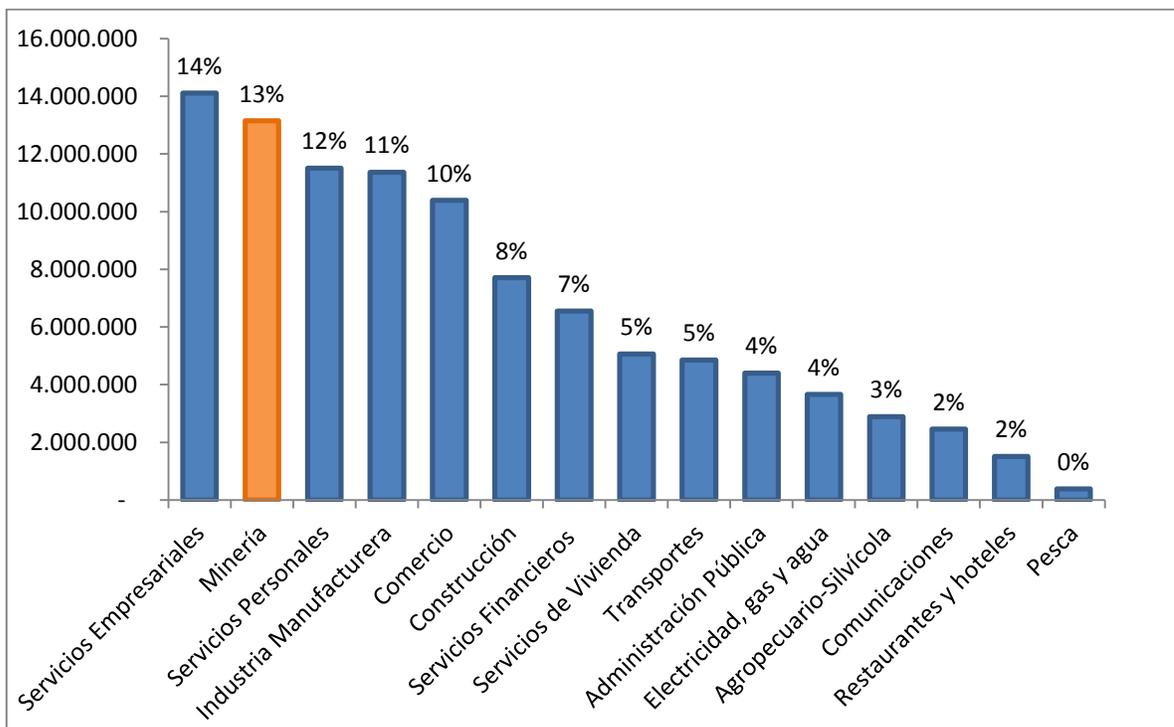


Ilustración 5 PIB de Chile 2012 por sectores industriales.

### 2.2.3 Exportaciones

Otra de las importancias existentes de la minería en Chile, se visualiza con el impacto que tiene en el comercio exterior. Las exportaciones referentes a minería se acercan al 60% de la totalidad de las mismas (Banco Central de Chile, 2012) mostrando la importancia y dependencia de Chile como país minero abierto a la economía mundial.



Ilustración 6 Participación de la minería en exportaciones de Chile.

### 2.2.4 Gran Minería

Se entiende por gran minería aquella asociada a altos niveles de inversiones y de producción<sup>1</sup>. La gran minería del cobre está hoy conformada por nueve grandes empresas, que operan en veintitrés (23) (Fundación Chile, 2011) faenas en diversas regiones del país: Anglo American Chile (Mantos Blancos, Manto Verde, Los Bronces, El Soldado y Fundición Chagres), Antofagasta Minerals (Michilla, Los Pelambres, El Tesoro y Esperanza) Barrick Gold (Zaldivar), BHP Billiton (Minera Escondida y Pampa Norte), Codelco (Teniente, Chuquicamata, El Salvador, Andina, Ventanas, Radomiro Tomic y Gabriela Mistral), Freeport-MacMoran Copper & Gold (La Candelaria y El Abra), Teck (Quebrada Blanca) y Xstrata Copper/Anglo American Chile/Mitsui (Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi). En el siguiente gráfico se muestra como se distribuyen entre las distintas empresas la producción de cobre en Chile:

<sup>1</sup> La gran minería incluye a todas aquellas empresas que producen anualmente más de 75.000 toneladas de cobre metálico o su equivalente.

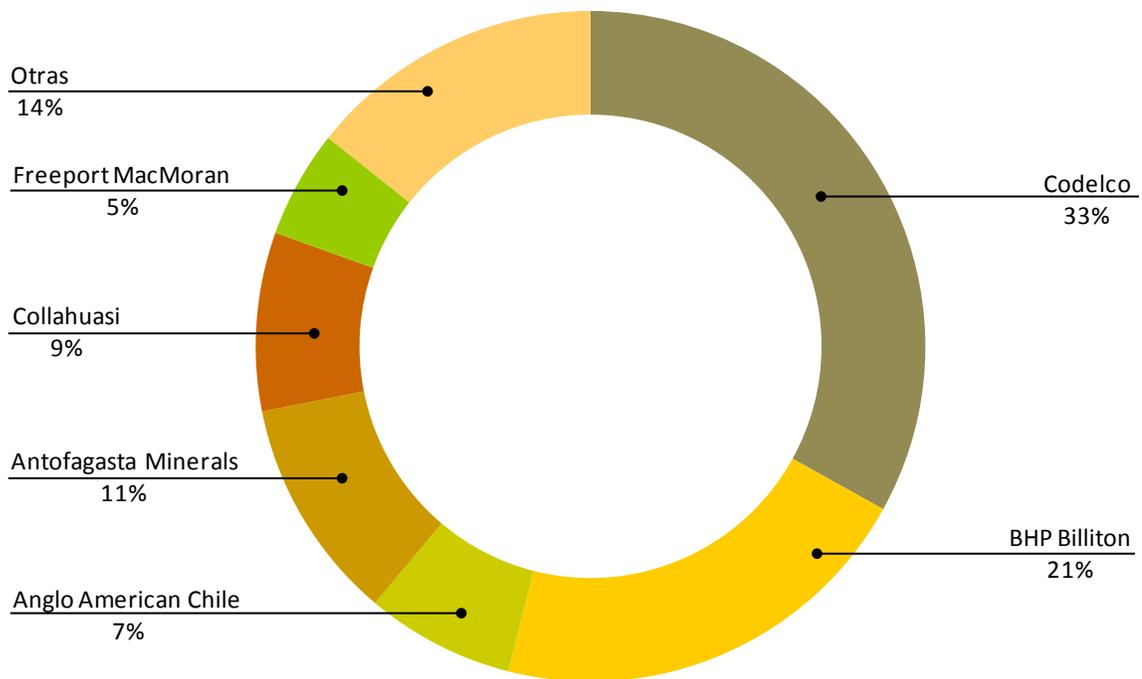
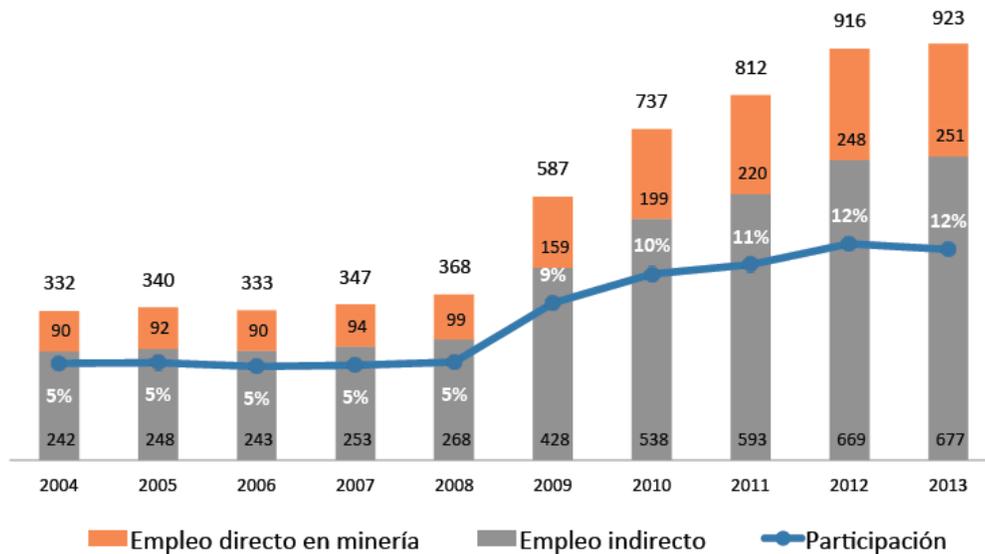


Ilustración 7 Porcentaje de participación por empresa en la producción de cobre en Chile.

## 2.2.5 Aporte Laboral

La participación de la minería en el empleo total del país corresponde a un 12% (Consejo Minero, 2013) entre la cual se tiene hasta el año 2013 una relación empleo directo: indirecto<sup>2</sup> de 1:2,7 empleos.



<sup>2</sup> Empleo directo: es aquel referente a una contratación con la empresa que es dueña de la operación. Empleo indirecto: es aquel referente a una contratación de apoyo/servicios a la empresa mandante.

## 2.3 Antecedentes Minera Escondida Limitada (MEL)

### 2.3.1 Ubicación geográfica

Minera Escondida Limitada (MEL) explota hoy en día el yacimiento en dos grandes rajos: “Escondida” o “Escondida Sur” y “Escondida Norte”. Ubicada en la Segunda Región de Chile, desierto de Atacama, aproximadamente a 170 Km. al sudeste de la ciudad de Antofagasta y a 3.100 m.s.n.m., a una latitud 24°15’30” sur y a una longitud 69°4’15” oeste (Ver figura 9).

El acceso al yacimiento Escondida se realiza por la Ruta B-28, correspondiente a la salida Sur de la ciudad de Antofagasta, tomando Avenida de La Minería en dirección Este, en la que se recorren 16 Km., hasta llegar a la intersección con la Ruta 5 Norte, en el sector de La Negra. Desde este punto se toma la Ruta B-475 en dirección Sureste con respecto a la Ruta 5 Norte, correspondiente a un camino pavimentado en el que se recorren 130 Km. hasta llegar a las dependencias de Escondida.



Ilustración 9 Mapa Regional. Ubicación y acceso a Minera Escondida Limitada.

### 2.3.2 Propiedad

Actualmente MEL está distribuida entre las siguientes entidades inversoras: (Minera Escondida, 2011)

- BHP Billiton con un 57.5 %.
- Río Tinto PLC con un 30%.
- JECO Corp con un 10 %.
- La Corporación Financiera Internacional (IFC) con un 2.5 %.

### 2.3.3 Misión, visión y objetivos estratégicos

**Visión:**

Ser la empresa minera de cobre más exitosa y respetada del mundo.

**Propósito:**

Crear valor para nuestros accionistas, comunidades, clientes y empleados a través de la producción de bajo costo y alta calidad de concentrados y cátodos de cobre

**Requisitos:**

Confianza de empleados, clientes, proveedores, comunidades y accionistas.

### 2.3.4 Importancia en la producción de cobre en el mundo y en Chile

Según “*The World Copper Factbook 2012*” (ICSG, 2012) MEL se encuentra como la principal empresa minera de cobre del mundo, en un *benchmark* de producción de este metal, con 1.250 toneladas de cobre fino al año seguida por Codelco Norte con 920 tons. A continuación se presenta el ranking.

## Top 20 Copper Mines by Capacity, 2011

Thousand metric tones copper

Source: ICSG

Rank	Mine	Country	Owner(s)	Source	Capacity
1	Escondida	Chile	BHP Billiton (57.5%), Rio Tinto Corp. (30%), Japan Escondida (12.5%)	Concs & SX-EW	1,250
2	Codelco Norte (includes Chuquibambilla, Radomiro Tomic, Mina Ministro Hales project)	Chile	Codelco	Concs & SX-EW	920
3	Grasberg	Indonesia	P.T. Freeport Indonesia Co. (PT-FI), Rio Tinto	Concentrates	750
4	Collahuasi	Chile	Anglo American (44%), Xstrata plc (44%), Mitsui + Nippon (12%)	Concs & SX-EW	520
5	Los Pelambres	Chile	Antofagasta Plc (60%), Nippon Mining (25%), Mitsubishi Materials (15%)	Concentrates	470
6	El Teniente	Chile	Codelco	Concs & SX-EW	434
7	Taimyr Peninsula (Norilsk/ Talnakh Mills)	Russia	Norilsk Nickel	Concentrates	430
8	Morenci	United States	Freeport-McMoRan Inc 85%, 15% affiliates of Sumitomo Corporation	Concs & SX-EW	420
9	Antamina	Peru	BHP Billiton (33.75%), Teck (22.5%), Xstrata plc (33.75%), Mitsubishi Corp. (10%)	Concentrates	370
10	Andina	Chile	Codelco	Concentrates	300
11	Bingham Canyon	United States	Kennecott	Concentrates	280
12	Batu Hijau	Indonesia	PT Pukuafu 20%, Newmont 41.5%, Sumitomo Corp., Sumitomo Metal Mining & Mitsubishi Materials 31.5%, PT Multi Daerah Bersaing 7%	Concentrates	250
12	Kansanshi	Zambia	First Quantum Minerals Ltd (80%), ZCCM (20%)	Concs & SX-EW	250
14	Los Bronces	Chile	Anglo American 75.5%, Mitsubishi Corp. 24.5%	Concs & SX-EW	246
15	Zhezkazgan Complex	Kazakhstan	Kazakhmys (Samsung)	Concentrates	230

Ilustración 10. Benchmark The World Factbook 2012 de producción de cobre (en miles de toneladas métricas).

### 2.3.5 Operación Mina e infraestructura

Minera Escondida Ltda. (MEL) es una de las operaciones a rajo abierto más grandes del mundo. Mediante este método de explotación, logra diariamente extraer más de 1 millón de toneladas de materiales ex-Pit.

Desde ambos rajos de Minera Escondida Ltda. (MEL) se extraen a grandes rasgos cinco tipos de materiales: mineral sulfurado, mineral marginal, mineral oxidado, material mixto y estéril o lastre; los cuales son extraídos de la siguiente manera:

- **Mineral Sulfurado:** es extraído desde los frentes de carguío en camiones de alto tonelaje para ser chancado en el interior de la mina por chancadores semi-móviles y posteriormente es transportado mediante un sistema de correas transportadoras, las cuales acopian el mineral en una pila de almacenamiento cubierta (stock pile). Este acopio constituye la alimentación a la planta de procesamiento (molienda y flotación).
- **Material Marginal:** es extraído de los rajos mediante camiones de gran tonelaje directamente desde la frente de carguío hasta los stocks pilas de marginales o a la Pila de Lixiviación (Sulphide Leach). Aquellos materiales que quedan en los stocks de marginales serán luego re-manejados a estas pilas.
- **Mineral Oxidado:** es extraído de los rajos mediante camiones de gran tonelaje directamente desde la frente de carguío hasta el chancador de óxidos (Chancado N° 4) ubicado al sudeste del rajo Escondida, en el sector de la

planta de óxido. El chancado de dicho material se realiza en tres etapas, de modo de alimentar con la granulometría adecuada las pilas de lixiviación.

- **Material Mixto:** es extraído desde los rajos de igual forma que los materiales oxidados y marginales, siendo llevados a acopios ubicados al sur del Rajo Escondida.
- **Material Estéril:** es extraído desde el rajo mediante camiones de gran tonelaje y conducido hasta los diferentes botaderos adecuados dispuestos en torno a los rajos. Es importante señalar que este material estéril es utilizado en obras como la construcción de diques y rellenos externos al rajo.

La siguiente figura entrega un esquema general del movimiento de material en la operación de la mina.

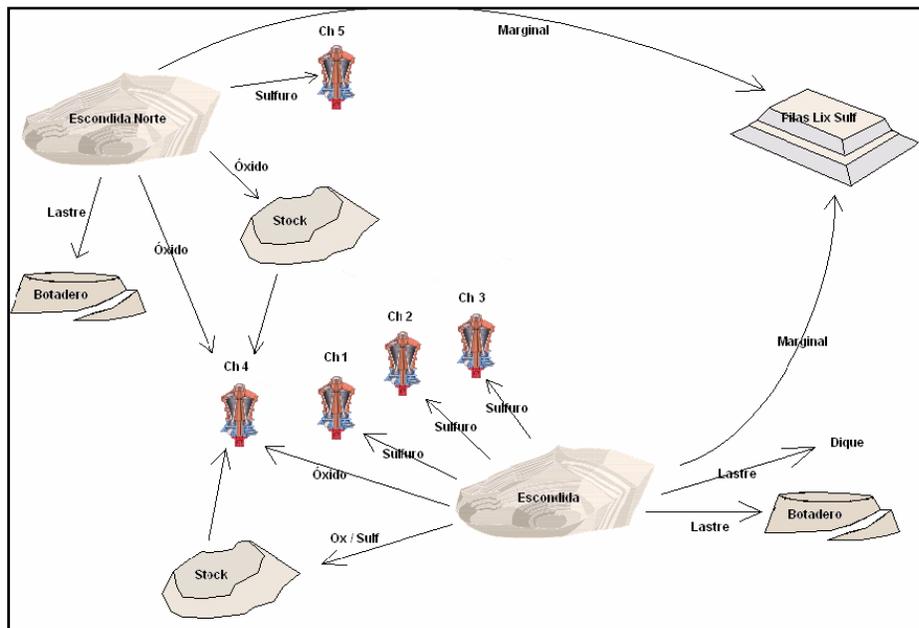


Ilustración 11 Esquema general de movimiento de material Minera Escondida Ltda.

El sistema de chancado de la mina se compone de 5 chancadores semi-móviles, desde los cuales mediante correas transportadoras se traslada el mineral chancado hasta una pila de almacenamiento (stock pile), cuatro (4) de estos chancadores se ubican en el Rajo Escondida y uno (1) en el Rajo Escondida Norte.

Los equipos de mineros con que cuenta Minera Escondida se detallan en la Apendice A.

### 2.3.6 Operaciones Unitarias o Actividades Productivas

Las operaciones unitarias que se llevan a cabo para generar los productos intermedios (concentrado de cobre) y finales (cátodos), dependen del tipo de mineral, sulfurado u oxidado, al que venga asociado el metal. La siguiente figura muestra el flujo general de proceso productivo hasta su despacho.

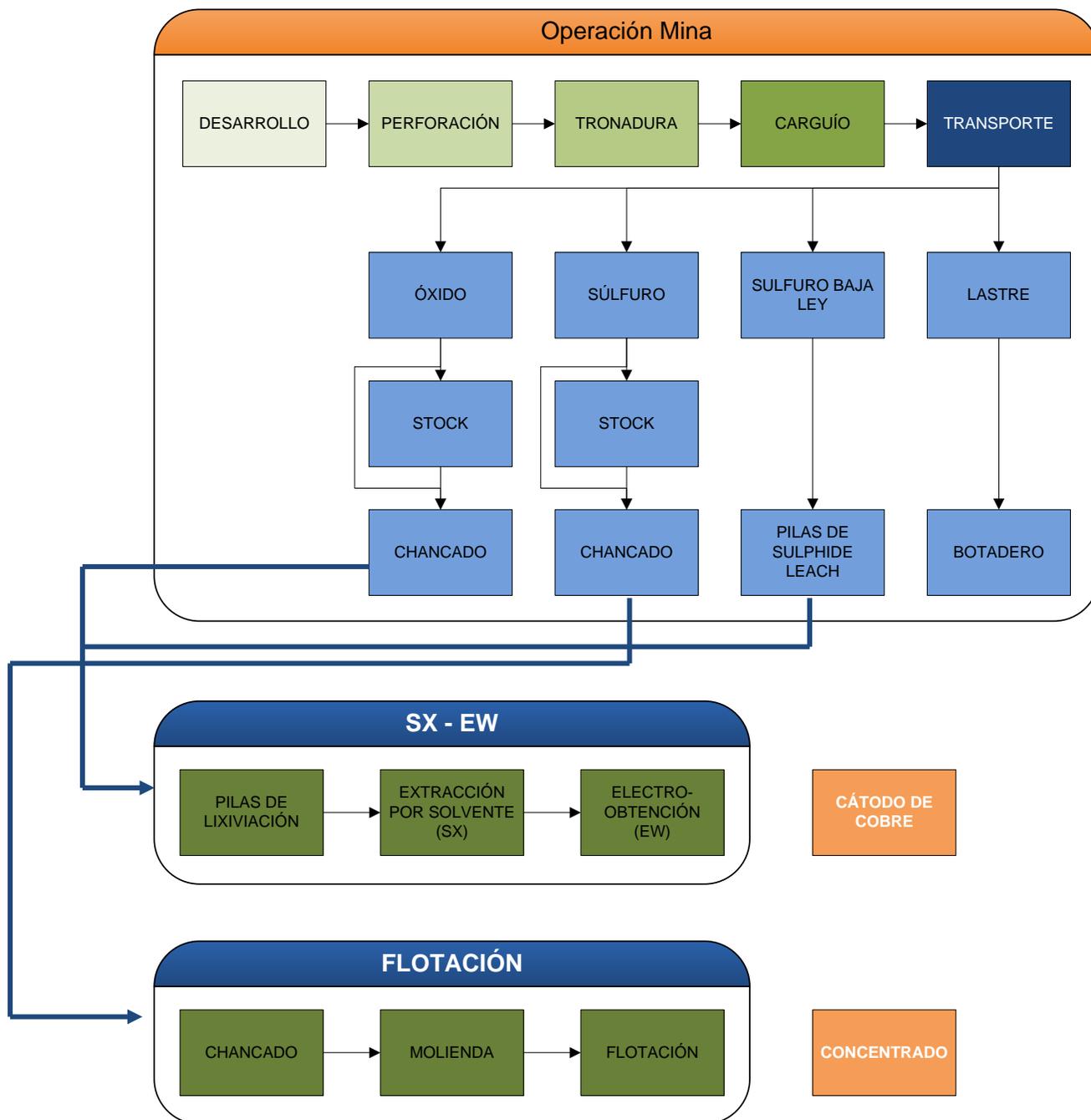


Ilustración 12 Diagrama de flujo de operación de MEL para los dos tipos de productos finales

Por otra parte las actividades que soportan la producción y se incluyen en el costo mina de MEL son las siguientes:

- Perforación: Realización de pozos en la roca que se planifica tronar de acuerdo a malla de perforación<sup>3</sup>.
- Tronadura: Carga de explosivos en pozos perforados en virtud de fragmentar la roca a tamaños necesarios para el manejo posterior de este por equipos mineros.
- Carguío: Proceso de carga de equipos mediante el uso de palas o cargadores frontales de gran volumen de balde a camiones de gran tonelaje para su posterior transporte.
- Transporte: Proceso de manejo y dirección de material hacia distintos puntos de vaciado (chancadores, *stockpiles*, pilas, botaderos, entre otros) definidos en la operación.
- Chancado: Proceso de conminución de mineral para su posterior procesamiento en las plantas.

Con respecto al transporte hay que recalcar que cuando el destino es a *stockpiles*, esto debe ser re-manejado por una empresa contratista de acuerdo a las reglas operacionales de mezcla de mineral hacia las plantas concentradoras.

Para contextualizar cuáles son los parámetros operacionales críticos en el proceso productivo, estos se presentan en la siguiente gráfica:

---

<sup>3</sup> La malla de perforación muestra la ubicación donde deberían perforarse los pozos que serán cargados por explosivos y detonados para el posterior arranque de mineral.

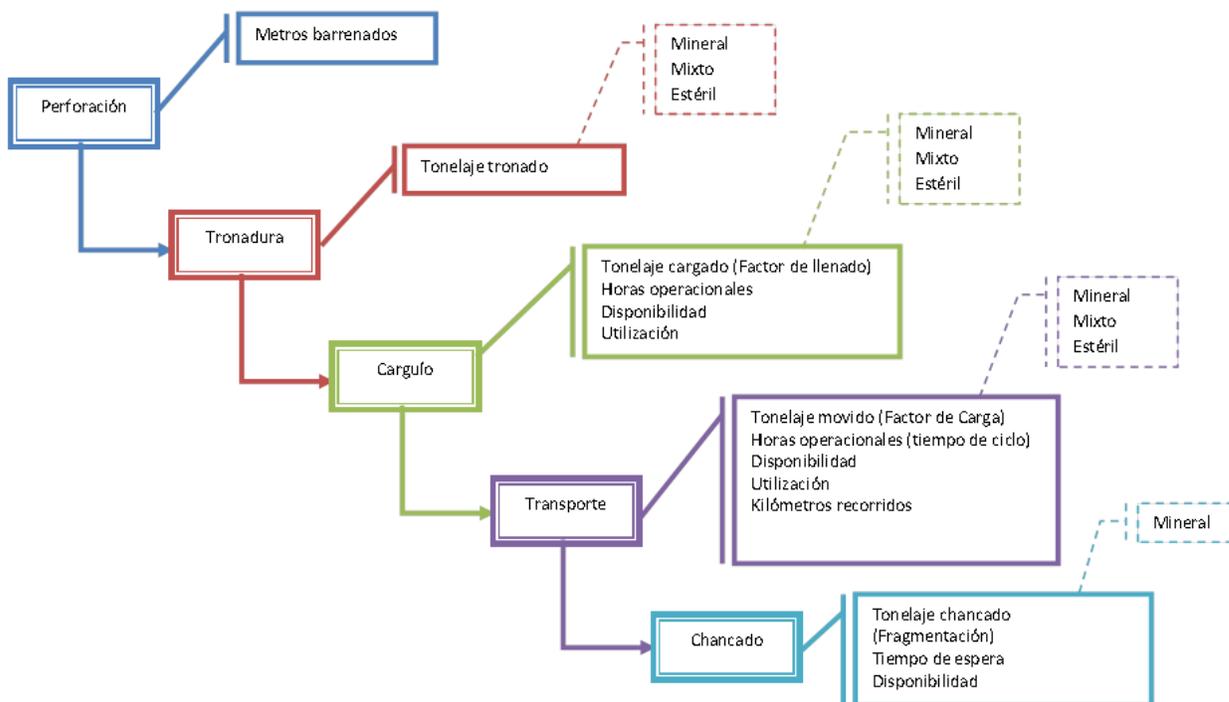


Ilustración 13. Parámetros operacionales por operación unitaria.

### 2.3.7 Estructura de costos MEL

Los Costos que se presentan en los informes financieros de la compañía son clasificados según las definiciones y terminologías de costo definidas por Brook Hunt<sup>4</sup>.

Los tipos de costos que se tienen son:

- Cash Cost
  - Corresponden a los costos de operación.
- Costos C1P
  - Cash Cost
  - Depreciación de estéril. Se difiere el costo del estéril en base a la vida útil de la mina (LOM).
  - Movimiento de inventarios. Diferencia entre las libras de Cobre producidas y vendidas en el periodo valorizadas.
- Costos C1
  - Costos C1P

<sup>4</sup> Brooke Hunt: Entidad que norma reportabilidad financiera de manera de hacer comparables los reportes entre distintos productores de Cobre. Actualmente propiedad de Wood Mackenzie.

- Costos de tratamiento y refinación
  - Costos de embarque y transporte
  - Ingresos por oro y plata
- C2
  - Costos C1
  - Depreciaciones
  - Amortizaciones
- C3
  - Costos C2
  - Costos y ventas de *traders*. Se realiza compra a otros productores para dar cumplimiento a contratos de ventas por cantidad y calidad
  - Gastos de cobertura. Seguro que protege ante eventualidades de fluctuaciones del precio del Cobre.
  - Intereses por gastos e ingresos.
  - Costos de Exploración.
  - Otros gastos o ingresos.

### **2.3.8 Competitividad en costos de MEL**

El último *benchmark* realizado por ENCARE el año 2012 (ENCARE, 2012) en donde participan las empresas mineras chilenas que abarcan el 70% de la producción de cobre de Chile además de empresas extranjeras con lo cual se tiene una participación del 40% de la producción mundial de este mineral, muestra que Minera Escondida Limitada se encuentra sobre el costo promedio de la operación de las demás operaciones en estudio, dando cabida a poder identificar vulnerabilidades en cada una de las operaciones unitarias para plantear mejoras en los procesos. A continuación se muestra el gráfico comparativo donde MEL se encuentra enmarcado con azul, mostrando la situación en la que se encuentra:

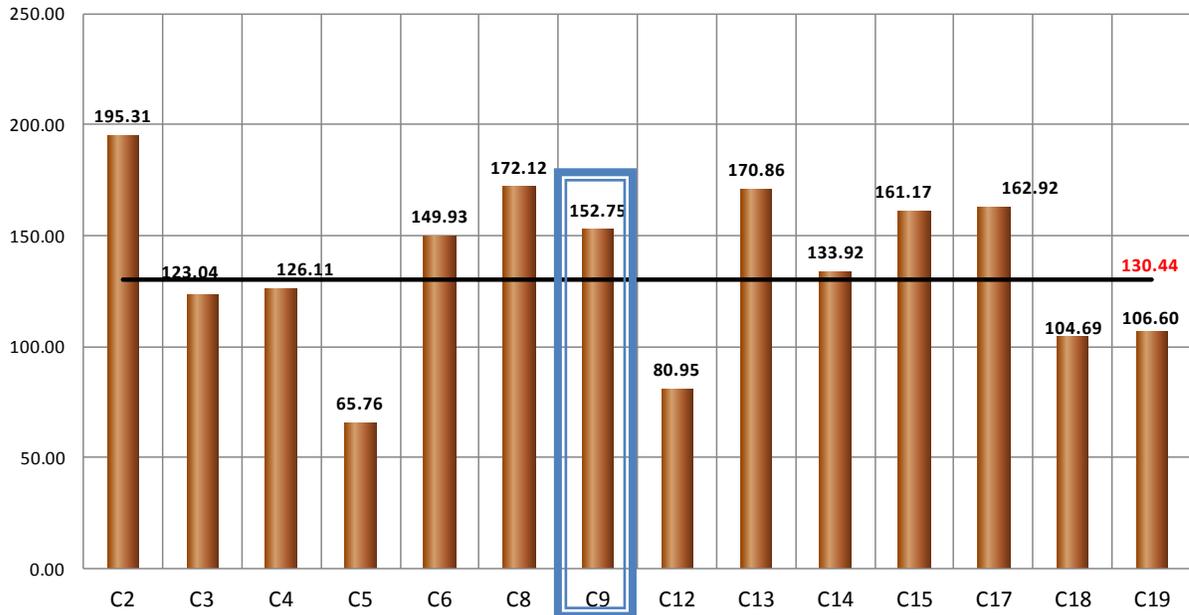


Ilustración 14 Benchmark Encare 2012 costo C1 (\$/lb CuP). S2-2011. Donde el marco azul es el C1 de MEL en ese período de estudio.

### 2.3.9 Período, perímetro funcional y datos

El periodo con el cual se trabaja en este trabajo es el correspondiente al año fiscal 2013 de MEL, que está comprendido entre el 1 de julio del 2012 al 30 de junio del 2013.

El perímetro funcional hace referencia a las actividades, tareas y procesos que se consideran para el proyecto. Este es definido en función del proceso donde la Gerencia General Operaciones Mina tiene injerencia.

Es necesario mencionar que los costos presentados en este trabajo tienen asociado un factor de corrección para mantener integridad de datos de la empresa.

### 2.3.10 Estructura Administrativa

A continuación se detalla la estructura de donde nace el proyecto de memoria, con sus objetivos, visión y misión con la finalidad de contextualizar el entorno donde se realiza este trabajo y el impacto que tiene el mismo.

#### 2.3.10.1 Gerencia Ingeniería Mina (GIM)

La gerencia de Ingeniería Mina (GIM) tiene la responsabilidad de la integridad estructural y funcionamiento seguro de plantas y equipos de la operación, mediante el control de los estándares mecánicos, eléctricos, de automatización e instrumentación,

las especificaciones, procedimientos y documentación de cómo la operación fue diseñada, construida, operada y mantenida.

Ingeniería es el proveedor de la gobernabilidad de los estándares y especificaciones de ingeniería, así como para todas las compras y los cambios de ingeniería requeridos por las distintas áreas y gerencias de la GGPM.

Todos los cambios de ingeniería se lograrán a través de un proceso formal de Aprobación de Ingeniería. La función y las responsabilidades de Ingeniería se definen dentro del GLD.001 y ODP

Es el responsable de todos los proyectos menores asociados a las distintas Gerencias de la GGPM y su control CAPEX y OPEX.

El funcionamiento de las áreas de Ingeniería de la organización debe ser en sincronía dentro del “asset” de ingeniería, de esta forma se garantiza la aplicación de estándares comunes

La estructura jerárquica y organizacional de esta gerencia es la siguiente:

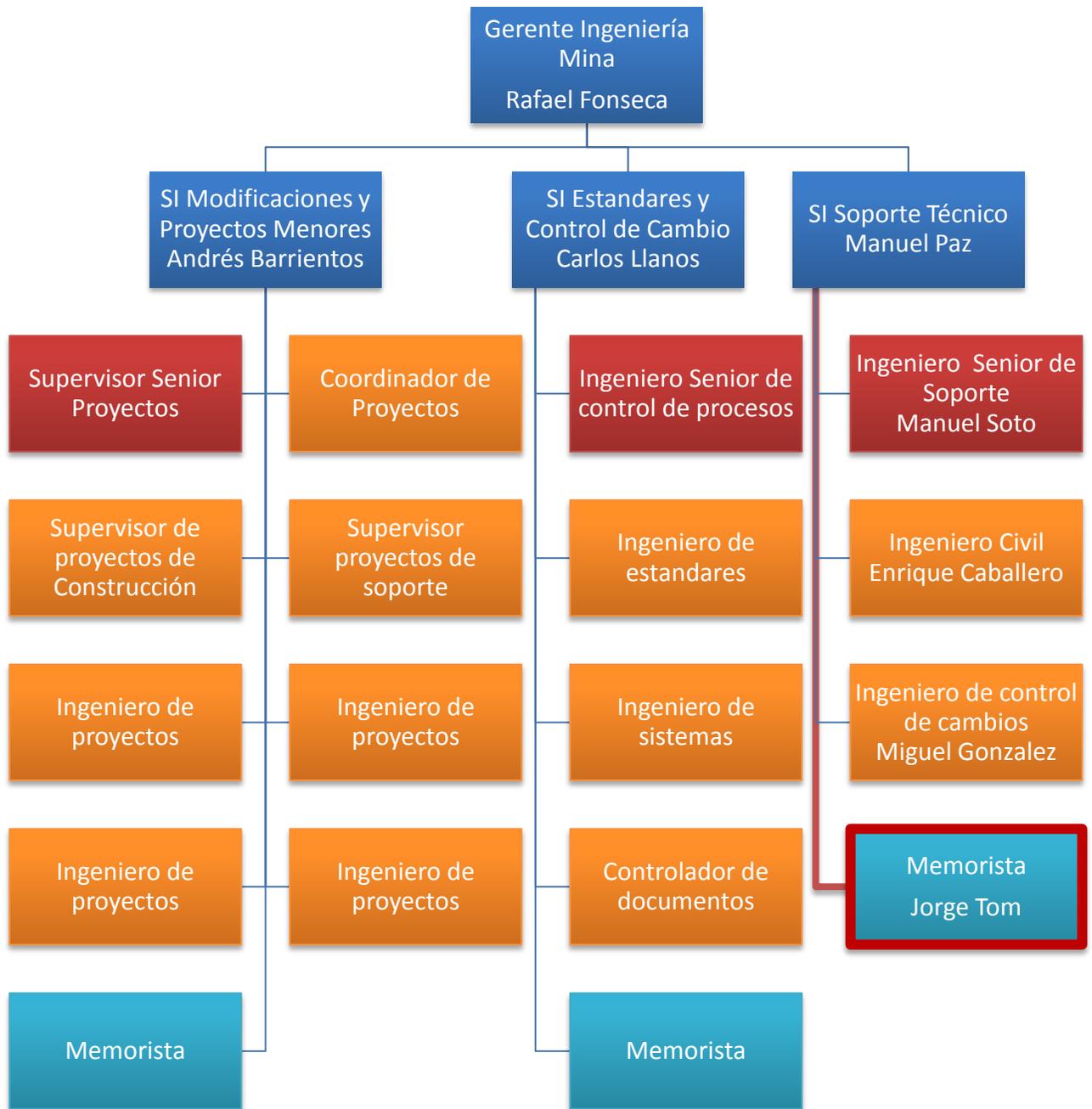


Ilustración 15 Estructura Jerárquica Gerencia Ingeniería Mina MEL

### 2.3.10.2 Plan Estratégico GIM

El plan estratégico de la Gerencia de Ingeniería Mina abarca tres puntos importantes que son los siguientes:

- **Visión:** Ser referentes en procesos de ingeniería orientados a la excelencia operacional, con un alto desempeño en nuestra gente, comprometida con la

seguridad como valor y con el uso eficiente de los recursos, nuestra meta está orientada hacia procesos altamente eficientes, operaciones sustentables y enmarcadas en un ambiente seguro y saludable para nuestra gente.

- **Misión:** Nuestra misión es proporcionar soluciones de ingeniería con un alto estándar en calidad, tecnológicamente avanzadas y que respondan a los requerimientos establecidos por la organización, permitiendo optimizar los recursos, mejorar los procesos y cumplir con el presupuesto y los programas de seguridad.

Nuestro ambiente se enmarca en el mejoramiento continuo, trabajo en equipo, actitud proactiva y un fuerte liderazgo en seguridad, basado en los valores de nuestra organización, permitiéndonos alcanzar la disciplina operacional.

- **Objetivos Estratégicos:**

- **Mejorar el rendimiento.** Ingeniería soportará a las áreas usuarias en los procesos de mejora de su rendimiento operativo, confiabilidad operacional y productividad
- **Impulsar la innovación.** Innovación y calidad son las características principales en cada una de las tareas provistas por Ingeniería.
- **Actuar conforme a nuestros valores.** Sostenibilidad, integridad, respeto, desempeño, simplicidad, responsabilidad están en el centro de nuestra filosofía de trabajo.

En el Apéndice B se puede visualizar la Carta de Valores de Minera Escondida.

### **2.3.10.3 Superintendencia de Soporte Técnico**

En la Superintendencia de Soporte Técnico es donde se desarrolló este trabajo, contando con el apoyo de las distintas áreas involucradas, “*accountables*” y “*stakeholders*” de la producción y costos.

El objetivo de esta Superintendencia es Dirigir y controlar las actividades de ingeniería y brindar soporte transversal de la Gerencia General Operaciones Mina, asegurando el control especialista y técnico de cada proceso, actividad, equipamiento, recurso e infraestructura de acuerdo a los estándares de trabajo establecidos para asegurar la integridad de las personas y los equipos, dando continuidad operacional.

### 3 CAPITULO III: Gestión de Costos: Conceptos Generales

La gestión estratégica de costos consiste en ver a las distintas actividades que componen la cadena de valor de la empresa desde una perspectiva global y continua, que sirve para encaminar las capacidades internas de la empresa y proyectarlas sobre el entorno externo, procurando información para la aplicación prolongada de las actividades empresariales (Mallo, 2000). Se utiliza para mejorar la calidad de productos, eficiencia de procesos productivos y ventajas competitivas sostenibles, este enfoque convierte a los costos en instrumentos de decisión estratégica.

Si bien las variables en minería son innumerables, este trabajo se encuentra en la GOM, en donde las variables relevantes son las que gatillan el funcionamiento de la operación tales como disponibilidad, rendimiento, utilización, tiempo de ciclo, entre otras, tomando información definida por áreas como planificación (ubicaciones de materiales, leyes, expansiones, crecimiento), finanzas (presupuesto, proyección, gastos mensuales/anuales, entre otros), mantenimiento (planes de mantenimiento, demoras, crecimiento de área, entre otras), proyectos mayores y demás áreas que tienen injerencia indirecta en la operación que definen los lineamientos y objetivos para incrementar los beneficios a los inversionistas.

Esta metodología de representación, control y gestión es una idea nacida en la Gerencia de Producción Mina de MEL, de la cual no se encuentra ningún desarrollo en otra faena minera. Ésta contempla los conceptos claves de costeo basado en actividades (ABC), identificación, control y gestión de *Key Value (KVD)* y *Key Cost Drivers (KCD)*, reiterando que es un piloto enfocado en el transporte interior mina para luego poder ser extrapolado a las demás unidades productivas.

Como base metodológica se tiene el siguiente pauteo:

- Análisis sistemático del proceso.
- Identificación de variables claves
- Nivel de estrés de la operación.
- Posibles soluciones a la problemática.

#### 3.1 Costeo de actividades

El **costo basado en las actividades (ABC)** parte de la diferencia entre costos directos y costos indirectos, relacionando los últimos con las actividades que se realizan en la empresa. Las actividades se plantean de tal forma que los costos indirectos aparecen como directos a las actividades, desde donde se les traslada a los productos (objeto de costos), según la cantidad de actividades consumidas por cada objeto de costos. De esta manera, el costo final está conformado por los costos directos y por los costos asociados a ciertas actividades, consideradas como las que añaden valor a los productos (Sáez, 1997). Por lo tanto, lo importante no es el costo del producto, sino el costo de las actividades que conforman el mismo.

### 3.2 Key Value Drivers (KVD)

Los KVD o principales generadores de valor, dentro de cualquier compañía son identificados según su impacto dentro del proceso y/o de acuerdo a que tan gestionable puede ser. Se puede presentar una matriz como la siguiente para la identificación efectiva de los KVD.

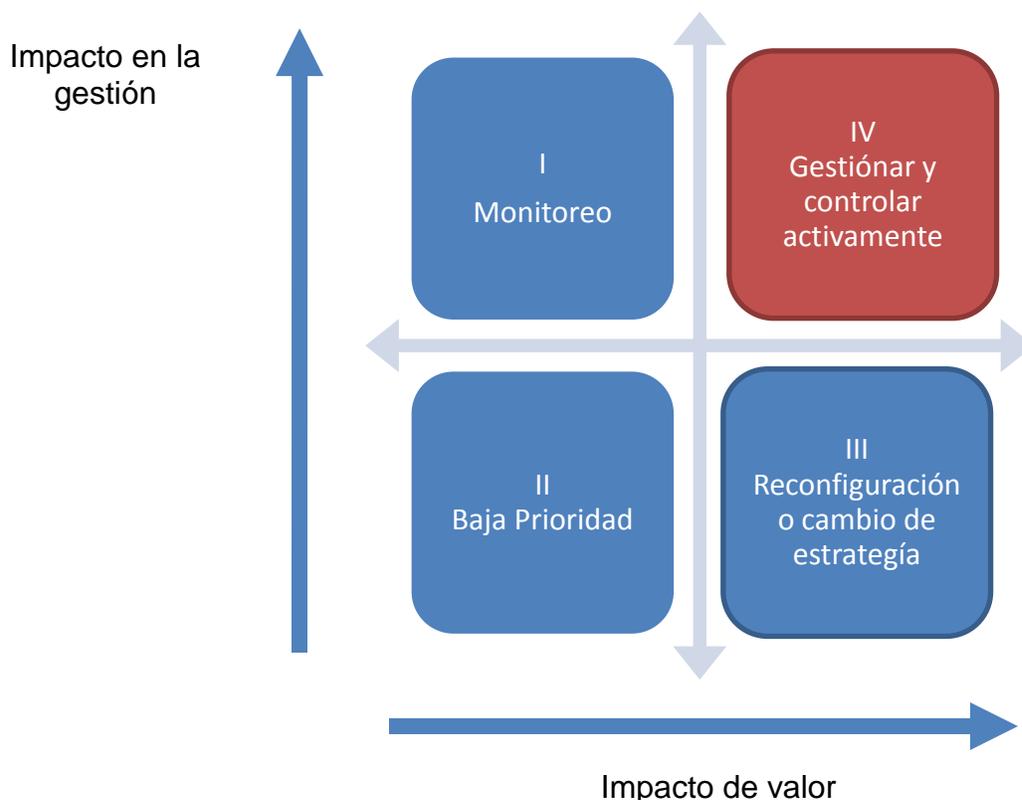


Ilustración 16. Matriz identificación de KVD.

Como se aprecia en la matriz (L.E.K. Consulting, 2013), el foco es identificar las variables que se encuentran en el cuadrante 4, y administrar los recursos destinados a influir en las variables que se encuentran en los otros tres cuadrantes.

En el caso del transporte interior mina de MEL, se toman todos los indicadores de esta operación y se clasifican de acuerdo a su capacidad de gestión e impacto en el proceso, de donde todos convergen a tres indicadores claves, los cuales se detallan a continuación.

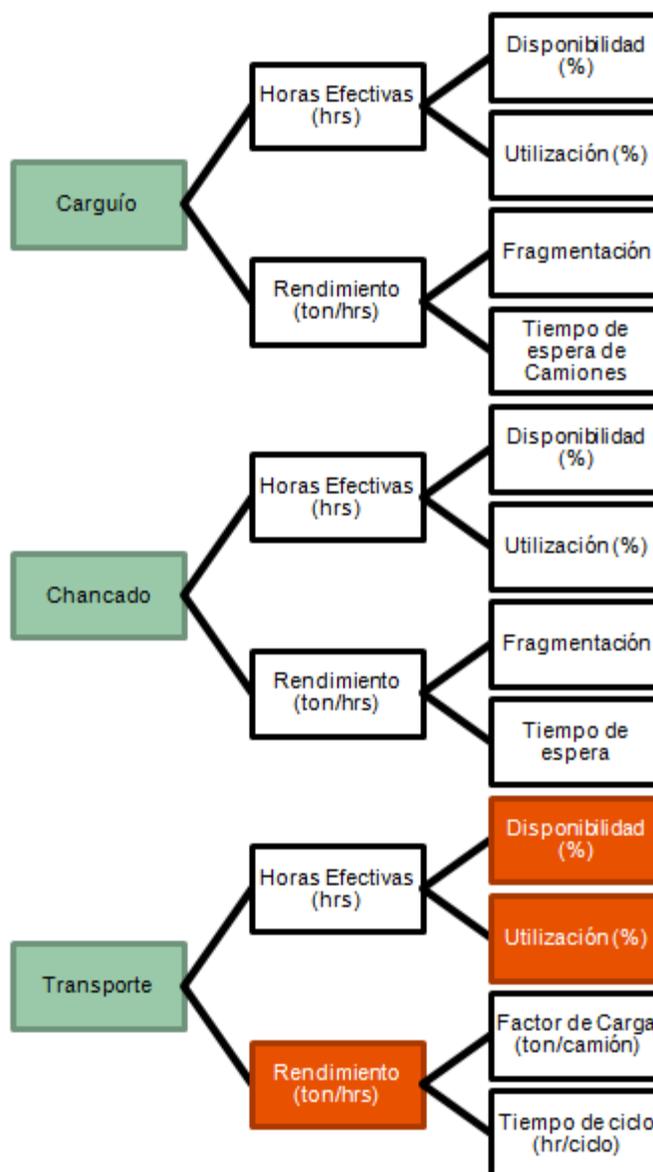


Ilustración 17. Key value drivers seleccionados por MEL.

Como se puede apreciar, los KVD seleccionados para MEL (BHP Billiton - Base Metals, 2013) que están dentro del proceso de transporte de material tienen una gran importancia debido a la alta concentración de activos que se presenta en la faena<sup>5</sup>, además del foco de alta producción de cobre convergen claramente a **Rendimiento**, **Disponibilidad** y **Utilización**. Los cuales se describen e impactan de la siguiente manera:

- Disponibilidad (%), indica la probabilidad que un equipo se encuentre disponible para ser operado. Asegura las horas necesarias para realizar el movimiento de la mina. Su cálculo se realiza de acuerdo a la siguiente razón:

<sup>5</sup> Ver Apéndice A: Listado Equipos MEL.

$$Disponibilidad = \frac{Horas_{Operacionales} + Horas_{Reserva}}{Horas_{Hábiles}}^6$$

El área encargada de este indicador es Mantenimiento. Actualmente el principal riesgo asociado a este KVD son las detenciones no programadas de equipos.

- Utilización (%), es la probabilidad de que un equipo se encuentre efectivamente operando con lo cual se asegura el movimiento de la mina. Su cálculo se realiza de acuerdo a la siguiente razón:

$$Utilización = \frac{Horas_{Operacionales}}{Horas_{Operacionales} + Horas_{Reserva}}^7$$

Corresponde a la gestión integrada de las áreas de Planificación y Operaciones. El principal riesgo asociado a este KVD es el ausentismo de los operadores, que asciende al 13%.

- Rendimiento (tph), indica el rendimiento de las operaciones unitarias de carguío y transporte con lo cual se verifica la frecuencia de alimentación para el proceso aguas abajo. El principal riesgo asociado a este KVD son las variaciones en los tiempos de ciclo.

### 3.3 Key Cost Drivers (KCD)

A diferencia de los KVD, los cuales son variables o indicadores físicos a controlar para “manillar” la operación y cumplir a cabalidad los compromisos adquiridos de la Gerencia tanto en producción como en costos, los KCD o principales conductores del costo, son ciertos insumos o servicios que al ser cambiados generan el mayor impacto en el costo mina, lo cual es nuestro foco de control y gestión.

Para MEL los KCD son los representados en la siguiente gráfica.

<sup>6</sup> Ver definición índices mecánicos en el Apéndice C.

<sup>7</sup> Ver definición de índice mecánicos en el Apéndice C.

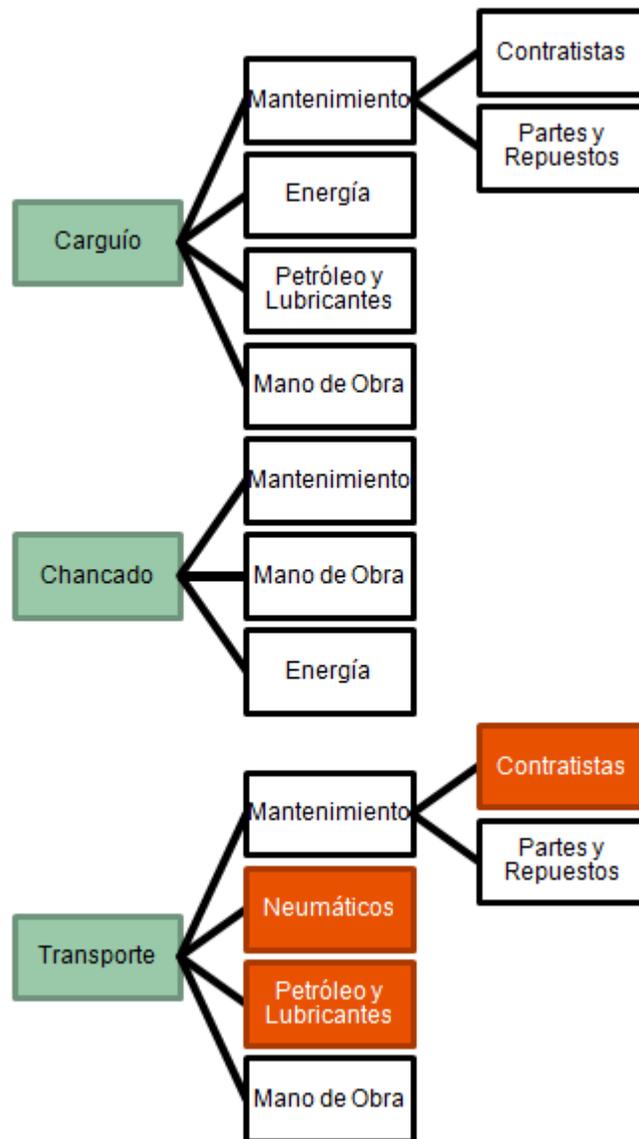


Ilustración 18. Key cost drivers escogidos por MEL.

Como se puede apreciar los KCD seleccionados (BHP Billiton - Base Metals, 2013) están dentro de la operación de transporte de material y son **Neumáticos**, **Contratistas** y **Petróleo**<sup>8</sup>.

Estos KCD están escogidos por su impacto en la operación y en el costo total de la misma, cercano al 66% del costo total del transporte.

Las relaciones de estos KCD y riesgos asociados con la operación son las siguientes:

- Neumáticos, tienen relación directa con el tamaño de la flota, rendimiento de los neumáticos, volumen de material movido.
- Contratistas, el aumento de tarifa del contrato MARC y contrato de movimiento de óxidos.

<sup>8</sup> Ver Capítulo IV: Estructura de Costos.

- Petróleo, está relacionado con el rendimiento de los camiones, movimiento de la mina.

### **3.4 Relación entre gestión y costo**

La identificación a tiempo de los factores causales del costo, relación existente e impacto de cada uno en el mismo permite gestionar. Separando entre costos fijos y variables, se tiene que los factores causales para los costos fijos son las decisiones de las personas responsables de hacer gestión (Vicepresidentes, Gerentes, Superintendentes, entre otros), estas relaciones, generalmente, son fáciles de identificar.

Por otro lado, para los costos variables, los factores causales son variables del proceso. Para establecer las relaciones se debe estimar los costos en función de los factores causales, obteniendo una adecuada aproximación y así poder gestionar el proceso al controlar los inductores de costos.

### **3.5 Estructura de análisis de gestión**

El primer objetivo de la gestión estratégica de costos es “organizar la información para que la empresa mantenga competitividad, logrando la mejora continua de productos y servicios de alta calidad que satisfagan a los clientes y a los consumidores al menor precio” (Mallo, 2000). Si bien en el negocio minero se transan *commodities* (tomadores de precios), es necesario poder tener control de los costos con certeza para apoyar la toma de decisiones referentes a insumos y operaciones unitarias y así enfrentar los distintos ciclos de precios venideros enfocados en la seguridad de la producción.

La estructura a desarrollar comprende como primera medida la identificación de actividades y funciones dentro de la operación en virtud de definir las relaciones que gatillan las actividades con los costos del proceso y la administración. Posteriormente se presentan las variables escogidas como KVD, KCD e indicadores operacionales con las reglas de decisión para su control y gestión a su *accountable*.

### **3.6 Conceptos**

#### **3.6.1 Insumos:**

Es un tipo de gasto que se genera por una necesidad de la operación que es suplida por el consumo de estos. Por ejemplo, petróleo, explosivos, neumáticos, entre otros.

#### **3.6.2 Recursos:**

Corresponden a actividades de producción o apoyo a la misma. Por ejemplo, herramientas, equipos, maquinaria, entre otros.

#### **3.6.3 Dotaciones:**

Corresponden a la cantidad de personal para cada actividad.

## 4 CAPITULO IV: Estructura de Costos

### 4.1 Análisis de costos

El análisis de costos pretende responder los drivers que gatillan con mayor impacto en el costo mina, para luego presentar las definiciones de cada uno de ellos y como se apalancará la gestión y control de los mismos. Con la finalidad de verificar en qué, dónde y quién es el responsable de los gastos.

Se procede a priorizar las actividades con mayor influencia en el costo y se escrudiña hasta los insumos o actividades secundarias más relevantes para tener control en virtud de hacer gestión y lograr los compromisos de cumplimiento de costos para el año fiscal 13.

### 4.2 Distribución de gastos

Los gastos de todas las unidades operativas para el año fiscal 13 de MEL se distribuyen como siguen:

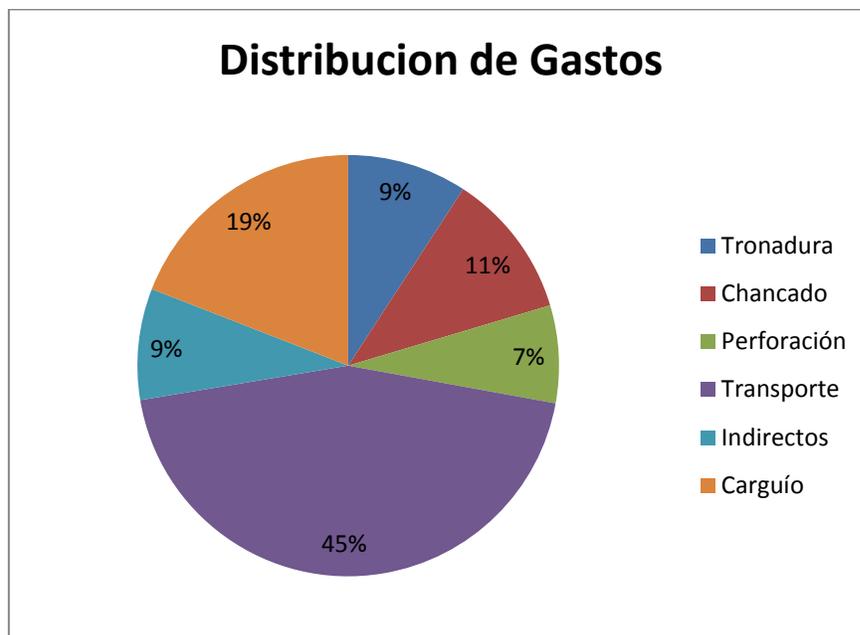


Ilustración 19 Distribución de Gastos de MEL año fiscal 13.

### 4.3 Distribución de costos

Para el año fiscal 13 se tiene la siguiente distribución de costos para las unidades operativas referentes a la mina. Se presentan como sigue:

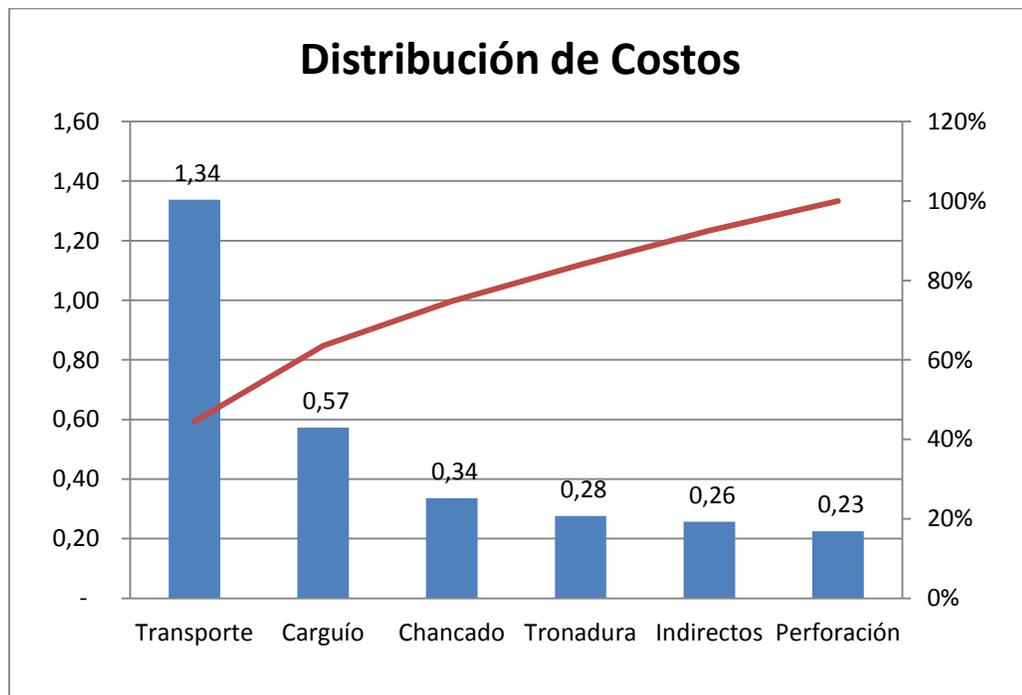


Ilustración 20 Distribución de Costos de MEL año fiscal 13.

#### 4.4 Análisis de Pareto

Según los gráficos anteriormente presentados se percibe que el 80% de los esfuerzos de gastos/costos están representados por Transporte, Carguío y Chancado. Es por esto que para el estudio que se presenta se enfoca en la descripción, control y análisis de la primera de estas unidades operativas, Transporte de materiales interior mina, que representa el 45% de los gastos/costos de toda la operación y cualquier optimización en ésta operación representará grandes ahorros para la compañía.

#### 4.5 Costos relevantes

A continuación se presentan los costos más relevantes para el Transporte.

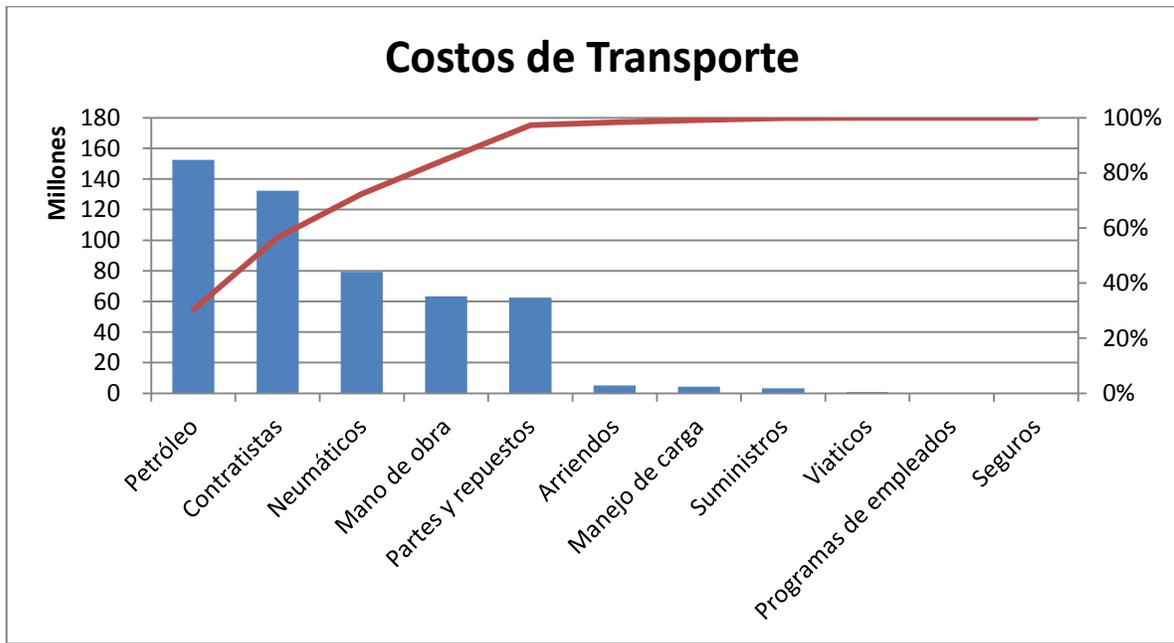


Ilustración 21 Distribución de Costos de MEL año fiscal 13.

Entre los cuales se visualiza fácilmente que el 80% está conformado por Petróleo, Contratistas, Neumáticos y Mano de Obra.

De acuerdo a las distintas bases de datos y accesos a la información en línea para reportabilidad se decidirá si se implementa una solución para control y gestión o generación de reportes.

## 5 CAPITULO V: Árbol de gestión

El foco del desarrollo de éste trabajo de titulación se basa en la programación de un árbol de costeo; usando como visualizador Microsoft Excel y como lenguajes de programación Visual Basic, C y SQL; el cual se alimenta de distintas fuentes de información que se presentan a continuación:

### 5.1 Lineamientos base

En este trabajo se busca obtener una herramienta que apoye el cumplimiento de los compromisos adquiridos en producción y costo para el año fiscal 2013, con lo cual es primordial tener claros los lineamientos base que son clave para poder gestionar y controlar los KCD, KVD y parámetros operacionales claves.

**Budget o presupuesto**<sup>9</sup>, plan financiero que se acoge al plan de la vida de la mina (LOA), para un año determinado, desglosado mes a mes, para cada una de las

<sup>9</sup> Ver Apéndice D: Ejemplo Budget Producción Mina MEL y Apéndice E: Ejemplo Budget Transporte MEL.

unidades operativas y ítems de costos. Es el estado en el que debería comportarse la mina durante el tiempo determinado para converger al estudio de la vida de la mina.

Este *Budget* se realiza a fines de año y es aprobado para el año. Como integrantes de esta realización participan todas las gerencias de la consolda y valida por el área de Finanzas. Por parte de planificación y entra en estudio variables como ley de mineral, REM<sup>10</sup>, tiempos de ciclo<sup>11</sup>, disponibilidad<sup>12</sup>, utilización, crecimiento de flota, mantenimientos mayores, expansiones, construcciones, proyectos mayores, entre otras.

**Forecast o proyección**<sup>13</sup>, mes a mes se realiza esta estimación para alinear como debería ser la producción y los costos para cumplir con el *budget* comprometido por parte de la Gerencia de Operaciones Mina. Al ser un cálculo más a corto plazo que el *budget*, las variables como ley, REM, disponibilidad - utilización de equipos, tiempos de ciclo, rendimientos se toman con un mayor nivel de detalle asemejándose más a la realidad de la operación.

**Planes semanales y bisemanales**<sup>14</sup>, es la planificación de la producción de acuerdo a los lineamientos del *forecast* y son flexibles según el comportamiento o la capacidad de cumplimiento del mismo. En este plan se muestran ubicaciones de extracción, cantidades a extraer, ley, planes de mantenimiento de palas, CAEX, disponibilidad de equipos auxiliares, planes de extracción, planes de perforación y tronadura, distintas habilitaciones de accesos, entre otros procesos críticos para la operación.

Es validado por los Gerentes de Producción, Mantenimiento de Equipos Móviles, Mantenimiento de Equipos Semi-Móviles, Mantenimiento de Chancado & Correas y Planificación Mina.

**Planes diarios**, es la planificación del día a día en búsqueda del cumplimiento de los lineamientos del plan semanal. En este se encuentra plasmado el movimiento de la mina, la flota de equipos, mantenimientos, disponibilidad, utilización, ley, tiempos de ciclo, entre otras para el día.

## 5.2 Fuentes de información y frecuencia de monitoreo

Las fuentes de información de las cuales se alimenta esta herramienta son las siguientes:

- Base de datos Powerview, esta es la BD que soporta el sistema de gestión de flota total de la mina, abarcando desde equipos auxiliares para desarrollo,

---

<sup>10</sup> REM: Relación Estéril/Mineral de acuerdo al modelo de bloques.

<sup>11</sup> Tiempos de ciclo medios de acuerdo al diseño largo plazo.

<sup>12</sup> Disponibilidad y utilización exigida para el sistema al largo plazo, con holgura para su funcionamiento.

<sup>13</sup> Ver Apéndice F: Ejemplo Forecast MEL y Apéndice G: Ejemplo Forecast Transporte MEL.

<sup>14</sup> Ver Apéndice H: Ejemplo Planes Semanales y Bisemanales.

pasando por perforación, carguío hasta el transporte de materiales. La frecuencia de monitoreo es en tiempo real con la operación.

- Reportabilidad de COPEC, diariamente se envía por parte de la empresa colaboradora un reporte detallado con el consumo total de la mina, separando por distintos códigos de acuerdo
- Reportabilidad de BCA, análogo al reporte anterior la empresa colaboradora envía un reporte de movimiento de material en re-manejo, el cual debe adecuarse para lograr el cumplimiento del plan semanal y forecast mensual.
- Lineamientos base, se toman los valores de los lineamientos descritos anteriormente para poder comparar con la situación actual.

### **5.3 Presentación de KCD, KVD y parámetros operacionales en Árbol de gestión.**

Junto con estos antecedentes se define que dentro del árbol operacional de transporte interior mina se visualizaran y actualizaran en el árbol de gestión del costo los siguientes KCD, KVD y parámetros operacionales.

#### **5.3.1 KCD**

Se hace la distinción entre costos variables (CV) y fijos (CF).

- CV se controla petróleo, neumáticos, contratista de movimiento empresa Besalco-CerroAlto (BCA)<sup>15</sup>.
- CF se asumen constantes dado el comportamiento de los mismos con respecto al proyectado (forecast) mes a mes, los costos de mantenimiento y mano de obra.

#### **5.3.2 KVD**

Como se mencionó anteriormente los KVD a visualizar y controlar son:

- Disponibilidad, asegura las horas necesarias para realizar el movimiento de la mina, cercana al 80%.
- Utilización, asegura el movimiento de la mina, cercana 75% para el total de las flotas.
- Rendimientos, asegura la frecuencia de alimentación para el proceso aguas abajo, del orden de 500.000 ton/hora para el total de la flota.

#### **5.3.3 Parámetros operacionales**

Por análisis y correlaciones realizadas entre los parámetros y los KCD en estudio se definen los parámetros para visualización y control:

---

<sup>15</sup> BCA: Empresa contratista dedicada al movimiento de mineral de óxido de cobre dentro de MEL. Con tarifa por tramos dependiendo de kilometraje recorrido y tonelaje movido.

- Tonelaje a chancado, es el tonelaje enviado a chancado por parte de los CAEX, no incluye el movimiento de contratistas.
- Horas operacionales, son las horas de operación de los CAEX.
- Camiones equivalentes disponibles sin operador, de las horas disponibles de CAEX, utilizando la utilización de los mismos se obtiene un valor en número de camiones equivalentes, los que no están operativos por ausencia de operadores.
- Camiones equivalentes por demoras no programadas de equipos, de las horas operativas se obtienen las horas referentes a demoras por detenciones no programadas de equipos como por ejemplo las causadas por ineficiencias propias del proceso.

## 5.4 Relaciones de interés para consumo de insumos

Las relaciones para los insumos y las fuentes que afectan su comportamiento dan indicio de que variables se deben controlar para su consumo, sin obviar que los factores mismos de la operación tienen alta incidencia en su comportamiento.

### 5.4.1 Consumo de petróleo

El consumo de este insumo hace referencia a la producción como tal, por análisis se obtiene una regresión multivariable como la siguiente:

$$Petroleo = a + b \cdot horas_{operativas} + c \cdot distancia + d \cdot ton_{movido}$$

En donde  $R^2 = 77\%$ .

### 5.4.2 Consumo de neumáticos

El consumo de neumáticos como es de esperarse tiene una dependencia total de la operación misma; horas operativas, distancia recorrida y tonelaje movido.

$$tires = a + b \cdot horas_{operativas} + c \cdot distancia + d \cdot ton_{movido}$$

En donde  $R^2 = 55\%$ .

## 5.5 Modelo de control y gestión de KCD

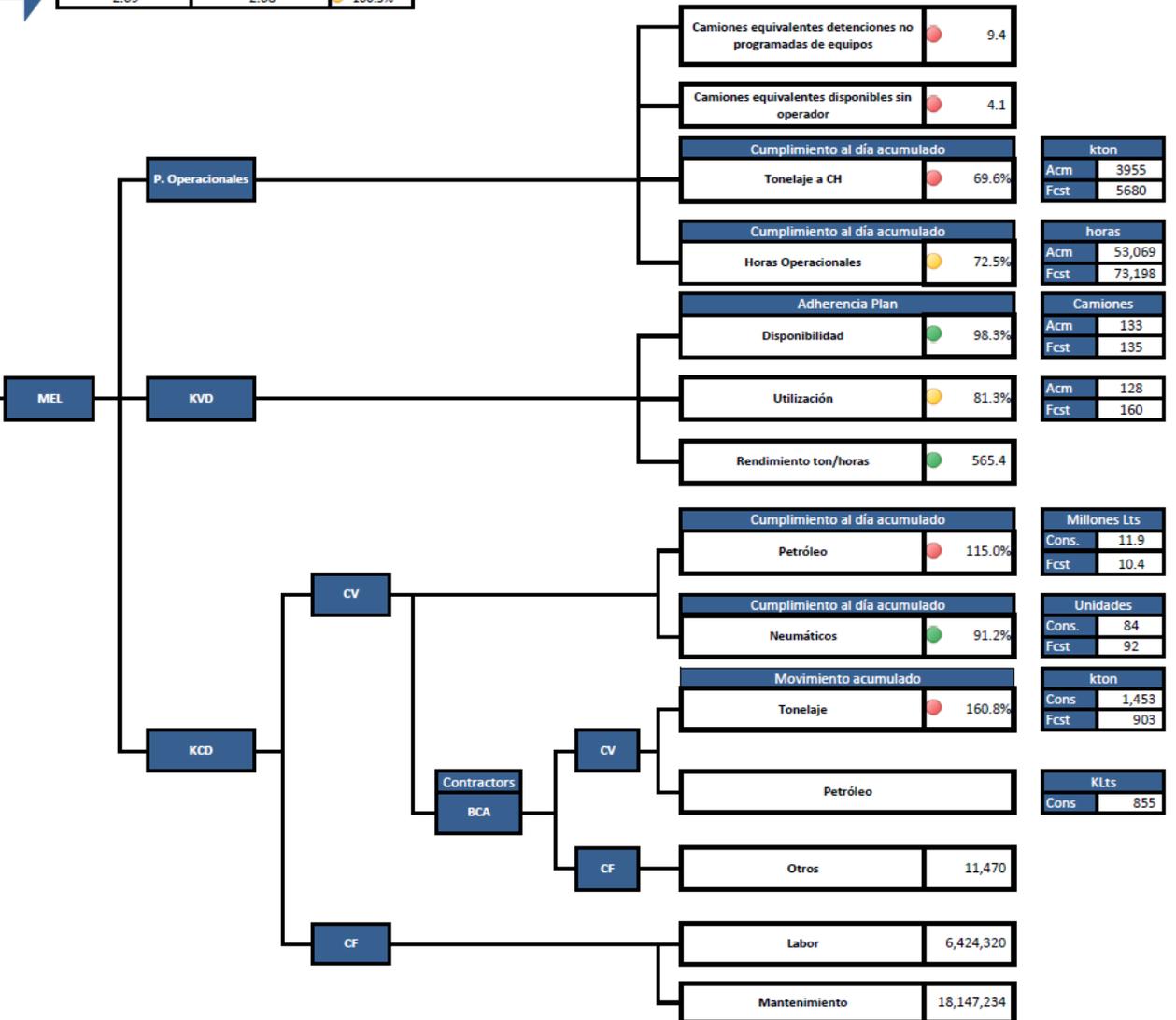
Junto con todos los antecedentes el modelo para la toma de decisiones en el corto plazo se basa en el conjunto de prioridades del día a día. Decisiones con impacto en ahorro de combustible, neumáticos y control de transporte de mineral por parte de la empresa contratista.

Se presenta el siguiente reporte diario a las personas interesadas en la compañía:

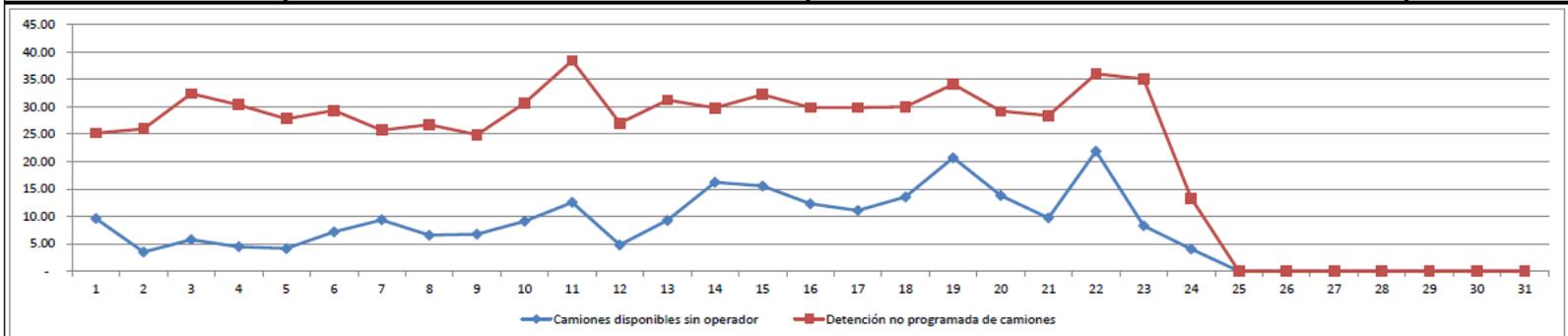
Gasto JULIO		
USD	108,692,711	
Toneladas mov. JULIO		
Estimadas	Fcst	
TON	40,440,842	44,608,945
	90.7%	

Costo Mina JULIO		
Costo JULIO usd/ton	Target JULIO usd/ton	Diff
2.69	2.68	100.3%

Hauling		
Estimado	Fcst	
USD	50,493,604	57,211,615
	88.3%	
USD/TON	1.25	1.28
	97.4%	



ANÁLISIS	PROYECCIÓN	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE
En la búsqueda de la eficiencia operacional y de costos los focos de acción son: Petróleo, neumáticos y BCA (remanejo); dada su peso específico en el costo mina y su alta variabilidad en lo que va del año fiscal.	Control y gestión del consumo de neumáticos para cumplimiento del budget comprometido.	Neumáticos: Aislar camiones con neumáticos de falla potencial y usar los disponibles sin operadores.  Cambios de circuitos o rutas de mucha pendiente o de caminos no uniformes para equipos con potencialidad de daño de neumáticos por otras para disminuir tkph.	Miguel Fernandez
	Gestión de flota.	Petróleo: Segregación de rutas específicas o de impacto directo en la producción, i.e. hacia CH, evitando detenciones de CAEX.  Verificación de consumo y costo de las distintas flotas, para priorizar ruteo de las mismas.	Leonardo Torres
	Implementación de sistemas de información para control de contratistas y cumplimiento de forecast/budget.	BCA: Riguroso control diario del contrato de acuerdo al forecast de producción. Instalación de dispatch.	Jaime Tapia



Con este reporte se pueden apreciar claramente el comportamiento del día a día del consumo y movimiento de minerales tanto de empresa contratista como de MEL.

Realizando un zoom del reporte se muestra a continuación cada uno de los puntos clave del mismo. Se empieza detallando cada uno de las ramificaciones que se encuentra en el árbol de gestión.

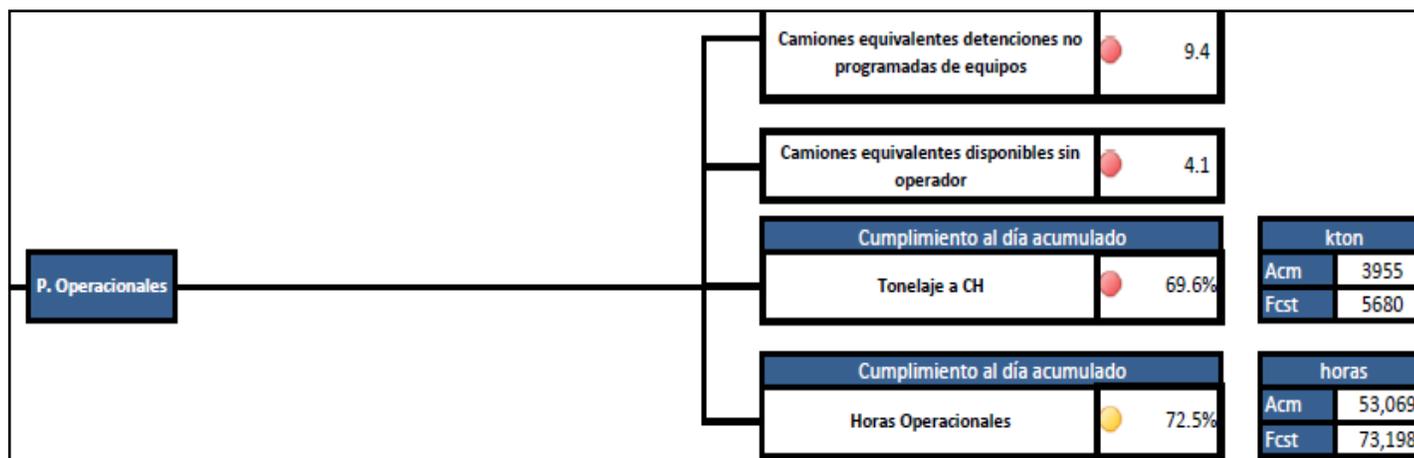


Ilustración 22. Ramificación de Parámetros Operacionales.

Dentro de los **parámetros operacionales** se consideran los siguientes:

- Camiones equivalentes por demora no programada de equipos, muestra las falencias operacionales que se tienen en el transporte, permitiendo la visualización de demoras por coordinación en la operación. Este reporte gatilla la toma de decisiones en función a esta para optimizar la operación.
- Camiones equivalentes disponibles sin operador, es uno de los índices de mayor cuidado debido al alto ausentismo presente por parte de los operadores en faena. Hace referencia al Ausentismo, cercano al 13%.
- Tonelaje chancado, es el tonelaje enviado de mineral a la siguiente etapa de conminución, se visualiza para verificar el comportamiento de acuerdo a los planes comprometidos.
- Horas operacionales, hacen referencia a las horas efectivas de funcionamiento de los equipos.

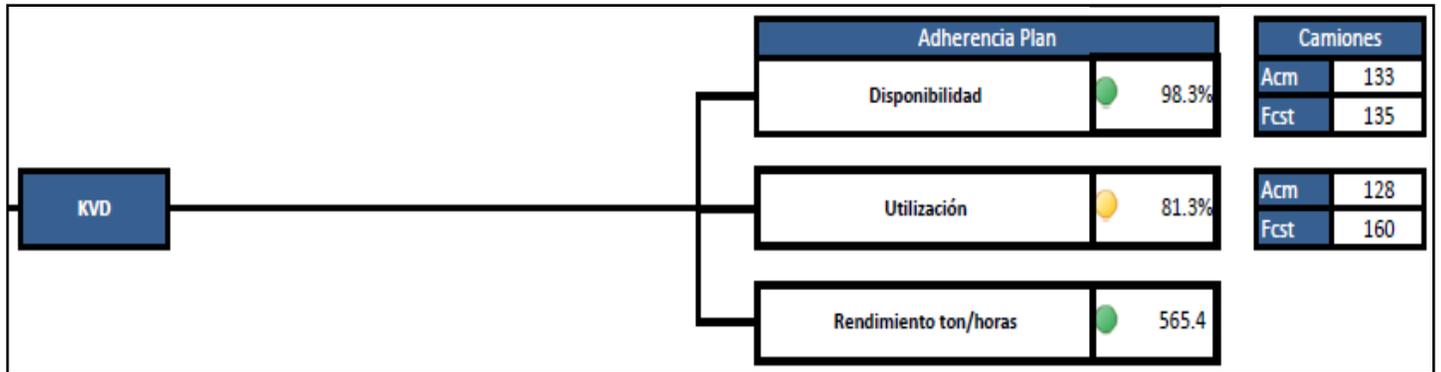


Ilustración 23. Ramificación KVD en árbol general.

Los **KVD** definidos por MEL se tienen los siguientes:

- Disponibilidad, se presenta en porcentaje (%) y en camiones equivalentes disponibles para la operación. Es comparado con el planificado y proyectado día a día.
- Utilización, se presenta en (%) y en camiones equivalentes efectivamente operando. Análogamente es comparada la real con la planificada del día a día.
- Rendimiento en tph, es una de las medidas de mayor impacto para ver el comportamiento de los CAEX en la operación, capacidad de discriminar flotas y priorización de rutas.

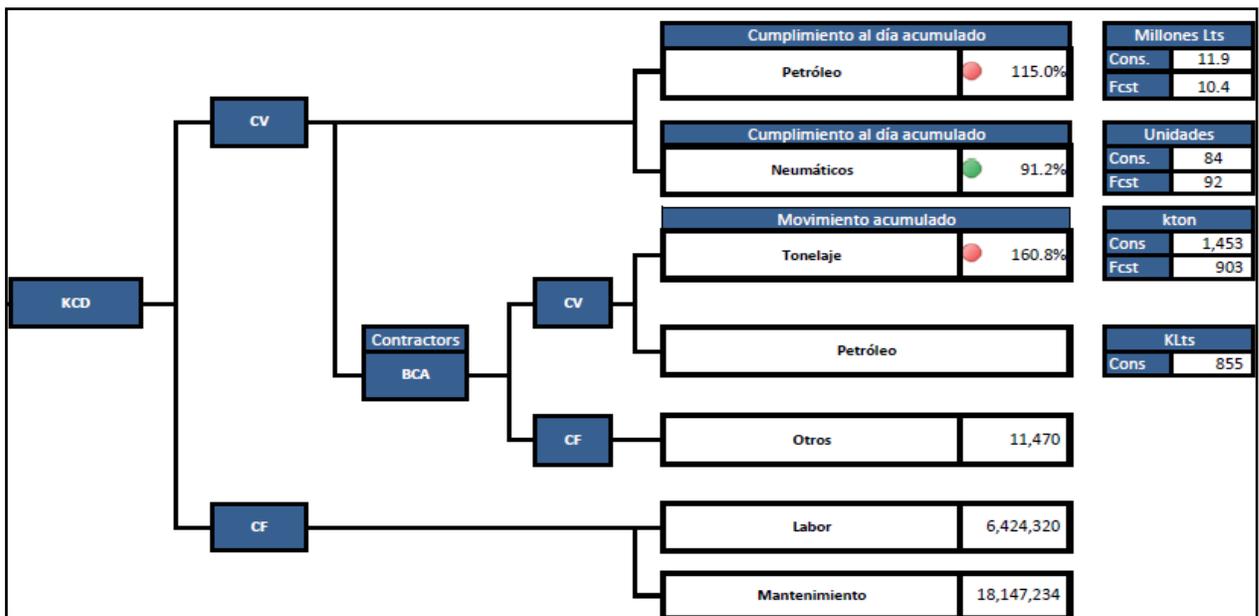


Ilustración 24. Ramificación KCD en árbol general.

Para los **KCD**, como se había mencionado anteriormente se ramifica en CV y CF, comparando los CV con respecto al *forecast* o proyección mensual.

Dentro CV se encuentran:

- Petróleo
- Cantidad de Neumáticos
- Tonelaje movido por empresa contratista Besalco-CerroAlto (BCA). Tarifa plena en USD por toneladas movidas y kilómetros recorridos.
- Petróleo de BCA.

Análogamente para CF:

- Mano de Obra
- Mantenimiento, partes y repuestos.
- Otros dentro de BCA. Como por ejemplo, mano de obra y gestión.

En este primer bosquejo se muestra de forma general la información, luego de esto, también se permite, de acuerdo a la frecuencia de monitoreo se puede presentar al detalle por flota, los consumos y indicadores importantes, como sigue:

		Disponibles sin Operador (Hrs/mes)	Promedio Día	Disp. Sin Operador (Cam Equiv) por día
N° Camiones	Cat 797 B Fin	329	41	1.5
	Cat 797 B Mel	1,776	23	8.3
	Cat 793 D	81	4	0.4
	Cat 793 F	215	12	0.9
	Cat 793 F Mak	45	0	0.2
	Cat 797 F	180	15	0.7
	Make-Up 930E	4	1	0.0
	Make-Up	65	6	0.3
	Dresser 930E	128	6	0.5
	960E	152	15	0.6
	<b>Total</b>	<b>2973</b>	<b>122</b>	<b>13</b>

Ilustración 25. N° Camiones disponibles sin operador por flota.

		Acumulado Mes	/ton	Fcst	Variación
Petroleo	Lts	11,347,983		16,211,404	99.1%

Ilustración 26. Consumo de petróleo acumulado al mes y variación de proyección.

	Acumulado Mes	Fcst	usd	usd/ton	Variación
Neumaticos	54	74	2,430,000	0.13	 73.0%

Ilustración 27. Consumo de Neumáticos, costo real y variación de proyección.

	Acumulado Mes	Promedio Dia	Fcst	Variación
Disponibilidad (%)	Cat 797 B Fin	76	74	80.6  92.3%
	Cat 797 B Mel	77	74	79  94.1%
	Cat 793 D	78	79	79  99.5%
	Cat 793 F	85	86	78.8  109.8%
	Cat 793 F Mak	100	100	80.6  124.1%
	Cat 797 F	89	84	82.2  102.4%
	Make-Up 930E	95	85	77.2  110.5%
	Make-Up	87	77	86.2  88.8%
	Dresser 930E	84	81	77.2  104.8%
	960E	89	88	86.2  102.3%
	<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>80</b>  99.0%

Ilustración 28. Detalle de Disponibilidad (%) por Flota.

	Promedio Dia	Fcst	Variación
Utilización	Cat 797 B Fin	63	77  82.3%
	Cat 797 B Mel	50	77  65.0%
	Cat 793 D	60	77  77.4%
	Cat 793 F	64	77  82.8%
	Cat 793 F Mak	29	77  37.6%
	Cat 797 F	70	77  90.9%
	Make-Up 930E	71	77  91.8%
	Make-Up	68	77  88.5%
	Dresser 930E	65	77  84.6%
	960E	74	77  95.6%
	<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>77</b>

Ilustración 29. Detalle de utilización (%) por Flota.

		Acumulado Mes	Promedio Dia	Fcst	Variación
Tonelaje	CH	5,762,776	443,290	3,937,083	● 146.4%
	BOT	13,506,479	1,038,960	11,229,538	● 120.3%

Ilustración 30. Detalle de movimiento y proyección de cumplimiento.

## 5.6 Reglas de decisiones

El proceso de las reglas de decisiones hacia las personas que tienen injerencia en el costo se puede apreciar como sigue:

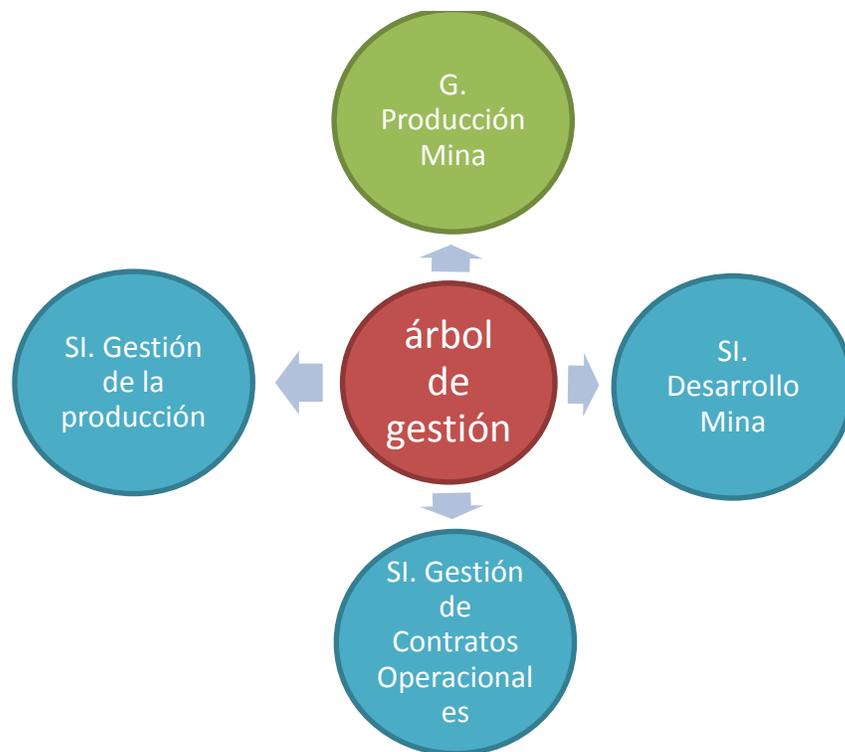


Ilustración 31. Roles a los que llega la información del árbol de gestión.

El flujo operacional del mismo es el siguiente:

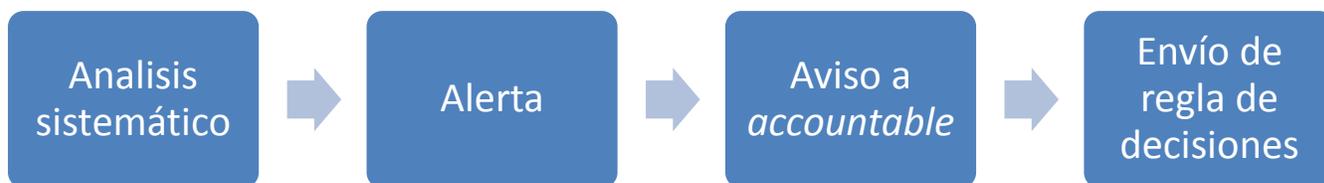


Ilustración 32. Flujo de información del árbol de gestión.

A partir de la información detallada en el árbol general de costeo se gatillan decisiones para tomar acciones correctivas y preventivas dependiendo la alerta recibida. El conjunto de reglas de decisiones se desglosan como siguen:

Detalle	Impacto		SI Responsable	Plan de acción
	KCD	KVD		
<b>Daño de Neumáticos</b>	Neumáticos	Disponibilidad Utilización Rendimientos	Desarrollo y Equipos Auxiliares	Revisión caminos 3D Visual
				Reparación y limpieza de caminos
				Chequeo de potencialidad. Sistema MEMS.
				Aislar camiones con neumáticos potenciales a fallar
				Uso de camiones disponibles sin operador con neumáticos no potenciales.
<b>Elevado consumo de petróleo</b>	Petróleo		Gestión de la Producción	Priorización de rutas de acuerdo a flotas y destinos.
				Chequeo y verificación de consumos por flotas.
				Verificación de rutas de flotas y no mezclar para un mismo destino.
				Implementación de PETROLINK.
<b>Tonelaje BCA</b>	Contratista		Gestión de Contratos Operacionales	Chequeo de tonelaje y verificación de planes diarios, semanales y forecast.
				Instalación de sistema de monitoreo más preciso y riguroso (Dispatch).

Tabla 1. Reglas de decisiones gatilladas por el árbol de costos.

En la tabla anterior, se plantean soluciones que fueron gatilladas de la información recibida y analizada, algunas de ellas en búsqueda de soluciones nuevas a problemas latentes que presentan las faenas en Chile como lo es el alto nivel de ausentismo y otras como respuesta a la falta de información rigurosa y precisa para potenciar y ayudar aún más la toma de decisiones.

## 5.7 Impacto por uso de la herramienta

La herramienta de control y gestión se empezó a utilizar a principios del mes de mayo 2013, enviándose el reporte a los “*accountables*” mencionados en el capítulo anterior obteniendo los siguientes impactos:

### 5.7.1 Neumáticos para camiones de extracción (CAEX)

Con el uso de esté herramienta se detectaron distintas anomalías gatilladas por las practicas operacionales recurrentes de los operadores.

Se detectaron fuertes indicios de malas prácticas operacionales en la conducción, ocasionando deterioros y estallidos de neumáticos en posición delantera<sup>16</sup>. Como principal medida preventiva e incentivo para que los operadores no cayeran en el error se decidió emitir memorándum en la hoja de vida del operador que cometiera esta falta. Por lo tanto debían seguir el procedimiento cuando encontrarán el camino en malas condiciones, dando aviso del daño del mismo y esperando al equipo de apoyo para continuar el transito con normalidad.

Otra iniciativa, y dando uso al alto ausentismo que se presenta en MEL, se logró na alta frecuencia de monitoreo (sistema MEMS y pruebas en terreno) de los neumáticos y los que son detectados como potenciales a fallar, se estacionan y los operadores son enviados a continuar la ruta en un camión que se encuentre disponible sin operador.

Con estas dos iniciativas, aplicándolas consistentemente se lograron reducir considerablemente el reemplazo de neumáticos, como se ilustra en la siguiente gráfica.

---

<sup>16</sup> Los camiones tienen dos posiciones, la delantera y la trasera. Las rupturas de neumáticos por posición delantera están asociadas a las malas prácticas operacionales puesto que el operador podría haberlas evitado (generalmente causadas por daños en el camino que transitan), mientras que la posición trasera es un poco más complicado debido al amplio espectro de puntos ciegos del camión.

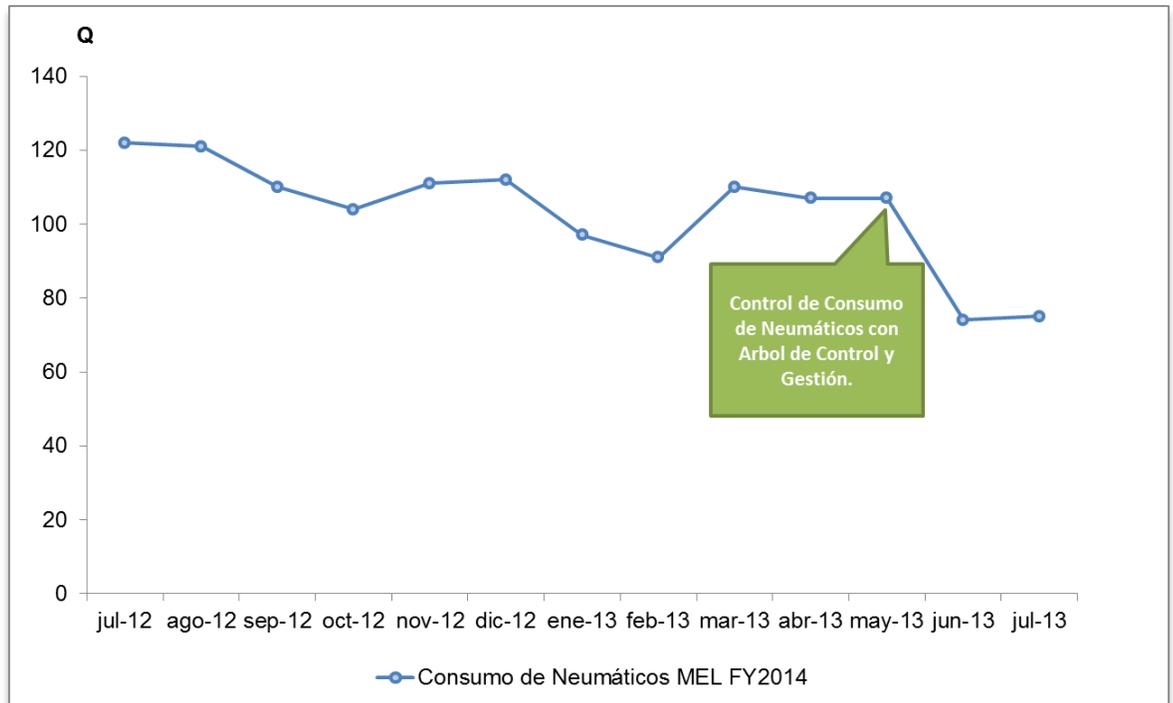


Ilustración 33. Consumo de neumáticos MEL FY2014.

Teniendo una media de consumo mensual del año en 108 neumáticos CAEX, luego de implementación de la herramienta se logró bajar a 79 neumáticos. Lo cual presentó un ahorro de 58 neumáticos en dos meses, traducidos a USD \$ 2.750.000<sup>17</sup>.

### 5.7.2 Contratista re-manejo

Con el uso de esta herramienta, quedó expuesto el contrato del contratista de re-manejo de óxidos<sup>18</sup> a revisión. El contrato actual de re-manejo se paga en referencia a una matriz de cobro aceptada por ambas partes, en donde se consideran los tonelajes y kilómetros recorridos asegurando una disponibilidad operacional de los camiones en cuestión y un cumplimiento de alimentación a chancado.

Actualmente, la reportabilidad sólo es visible mediante información proporcionada por la empresa colaboradora, lo cual presenta un sesgo dado que no se puede corroborar. La primera medida que se plantea como solución es la incorporación de la flota de la empresa al sistema de gestión de flota de MEL con el sistema Modular Nivel 1, el cual brinda información necesaria y en tiempo real para poder controlar y cumplir con el plan de la planta.

<sup>17</sup> Valor referencia de neumáticos para CAEX CAT 797F USD\$ 50.000 la unidad.

<sup>18</sup> Contrato de re-manejo de óxidos: Camiones de 240 tons mueven mineral oxidado desde Stockpiles a Chancador # 4 y de Stockpile a Stockpile.

Otra medida a estudio es la de replantear la necesidad de la existencia de este contrato en la compañía y sopesar con la internación del proceso de re-manejo de mineral oxidado.

### **5.7.3 Petróleo**

A partir del uso de esta herramienta se identificó la carencia de información referente a los consumos de petróleo en los camiones de extracción y equipos de apoyo debido a las malas prácticas de los sistemas de llenado de combustible. Con esto se preparó proyecto de instalación de nueva tecnología de anillos para los tanques de combustible y poder tener el consumo en línea y por equipo. Esta información se cruza con la distancia recorrida y se obtiene un promedio de consumo por equipo, lo cual se puede extrapolar a la flota y así poder discernir sobre donde debe ir cada una de las flotas de acuerdo a su consumo de combustible.

## **6 Conclusión**

Con el uso de esta herramienta de reporte y las reglas de decisiones se pudieron cumplir a cabalidad los compromisos adquiridos por parte de la Gerencia de Operaciones Mina hacia la compañía en los meses de Mayo y Junio para el cierre del años fiscal 2013 y Julio como principio del año fiscal 2014, demostrando que con el manejo y conocimiento de la información indicada se puede hacer una gestión que garantiza el costo de la producción.

Al tener el conocimiento de las vulnerabilidades o falencias en los procesos y las alertas indicadas a las personas que tienen toman las decisiones (accountables), con esta metodología de reportabilidad se abre una gran cantidad de posibilidades para investigación e implementación a niveles de mayor profundidad, con variables que no son KVD pero que representan un impacto considerable en la toma de decisiones, además de mejorar la calidad de datos que se obtienen de los distintos sistemas de información y desarrollar nuevas metodologías en las variables que no pueden ser medidas con certeza.

El principal logro que se consigue con este trabajo es que se apoyó con su instalación y envió oportuno los costos comprometidos y la producción para el año fiscal 2013 de MEL.

Se identificaron distintas brechas en el sistema tecnológico para la gestión:

- Falta de un sistema de gestión de la producción (Dispatch) y reestructuración del contrato con empresa BCA en el movimiento de óxidos.
- Instalación de Sistema para lectura de carga de combustible en equipos móviles y semi-móviles. PETROLINK.
- Gestión efectiva de neumáticos y visual3D.
- Búsqueda de nuevas tecnologías para implementación y lograr mejoras en tiempos de ciclo.

Se deja planteado este trabajo como piloto para la unidad productiva de transporte interior mina y abierto para la implementación en las otras áreas funcionales del proceso.

## 7 Bibliografía

- Banco Central de Chile. (2012). *Cuentas nacionales*. Marzo de 2013, de <http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/publicaciones-estadisticas/>
- BHP Billiton - Base Metals. (2013). *Delivery Appraisal*.
- Consejo Minero. (2013). *Minería en cifras*.
- ENCARE. (2012). *Gestión minera, benchmarking and best practices*.
- Fundación Chile. (2011). *Fuerza Laboral en la Gran Minería Chilena, Diagnostico y recomendaciones 2011 - 2020*.
- Grafeno. (s.f.). Recuperado Diciembre de 2013, de [www.grafeno.com](http://www.grafeno.com)
- ICSG. (2012). *The World Copper Factbook*.
- L.E.K. Consulting. (2013). *Executive Insights*.
- Mallo, C. (2000). *Contabilidad de costos y estratégica de gestión*. Madrid: Prentice-Hall.
- Minera Escondida. (2011). *Reporte sustentabilidad 2011*.
- Sáez, A. (1997). *Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión*. Madrid: Mc Graw Hill.
- USGS. (Enero de 2013). *USGS*. Marzo de 2013, de <http://www.usgs.gov/>

## 8 Anexos

### 8.1 Anexo A: Listado de equipos de MEL

Flota Camiones	N° Equipos	Capacidad (Ton)
Dresser 930E	8	290
Kom 960E	18	330
Cat 793 D	5	240
Cat 793 F	15	250
Cat 797 B Fin	58	360
Cat 797 B Mel	37	360
Cat 797 F	19	360
Make Up <sup>19</sup>	9	360
<b>Total Camiones</b>	<b>169</b>	

Flota Equipos de Carguío	N° Equipos	Capacidad (Yd3)
495HR	8	73

<sup>19</sup> Camiones Make-up: camiones de respaldo de propiedad de empresas colaboradoras implicadas (Finning y Komatsu) para uso en la operación y asegurar el cumplimiento de disponibilidad en contrato MARC.

PH4100XPB	5	73
PH4100XPC	1	73
Cat 994	5	47
<b>Total Equipos de Carguío</b>	<b>19</b>	

<b>Flota Equipos Auxiliares</b>	<b>N° Equipos</b>
Grader 24H	4
Grader 24M	8
Grader 16 H	3
988G	5
988H	2
CAT 777F	13
CAT D10R	4
CAT D11R	15
CAT D11T	10
854G	9
854K	11
<b>Total Equipos Auxiliares</b>	<b>84</b>

<b>Flota Perforadoras</b>	<b>N° Equipos</b>
49R2	5
49R3	6
PV351	4
PV275	1
DM45	3
<b>Total Perforadoras</b>	<b>19</b>

## 8.2 Anexo B: Carta Minera Escondida



**MINERA ESCONDIDA**  
Operada por BHP Billiton

### CARTA ESCONDIDA

Somos Escondida, una compañía con liderazgo mundial en la industria del cobre, ubicada en Chile. Nuestra aspiración es:

**Ser la mina de cobre líder en el mundo, creando valor y sustentabilidad a través de un desempeño superior en la industria, en seguridad, producción y costos unitarios.**

Nuestro propósito es crear valor para nuestros accionistas, empleados, comunidades, clientes y proveedores, a través de la producción de bajo costo y alta calidad de concentrado y cátodos de cobre.

**Nuestro crecimiento y progreso requieren que:**

- Logremos la confianza de empleados, clientes, proveedores, comunidades y accionistas, siendo directos en las comunicaciones y consistentes en el cumplimiento de nuestros compromisos.
- Sigamos haciendo esfuerzos para ser y consolidarnos como una organización de alto desempeño, en la cual cada persona acepta su responsabilidad y es recompensada por sus resultados y logros.

**Valoramos:**

- **Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Comunidad (HSEC):** Manifestamos nuestro compromiso más absoluto con la Salud y Seguridad de quienes trabajan en Escondida y asumimos plenamente nuestra responsabilidad con el Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable.
- **Integridad:** Lo que prometemos hacer, debemos cumplirlo. Nuestra conducta refleja ética, honestidad, justicia, transparencia y la aplicación de los más altos estándares de comportamiento de negocios.
- **Alto Desempeño:** Nos llena de entusiasmo y satisfacción aplicar al máximo nuestras capacidades y lograr resultados superiores en nuestros negocios.
- **Relaciones de Beneficio Mutuo:** Estamos convencidos de que las relaciones son más duraderas, satisfactorias y también más rentables cuando se crea valor para todas las partes.
- **Coraje para Liderar el Cambio:** Aceptamos la responsabilidad de inspirar y liderar positivamente el cambio frente a la adversidad y los nuevos desafíos.
- **Respeto de los Unos por los Otros:** Somos partidarios de la diversidad en nuestra fuerza laboral y promovemos la comunicación abierta, la disposición a compartir, la confianza, el trabajo en equipo y el compromiso.

**Tenemos éxito cuando:**

- Nuestros accionistas obtienen una rentabilidad superior en su inversión.
- Nuestros clientes y proveedores se benefician de nuestras relaciones comerciales.
- Las comunidades en las que operamos valoran nuestra calidad de miembros de ellas.
- Cada empleado comienza el día con un sentido de propósito y lo termina con un sentido de logro.



**Carlos Mesquita**  
Presidente Ejecutivo  
Minera Escondida Limitada

### 8.3 Anexo C: Índices Mecánicos: Tiempos de Operación

Los índices mecánicos representan el rendimiento de los equipos e instalaciones en el tiempo y se clasifican como se muestra en el siguiente gráfico.



Se definen como sigue:

- **Horas hábiles:** horas programadas de operación.
- **Horas de operación:** horas en que el equipo está funcionando.
- **Horas mantención:** horas equipo en mantenimiento (se cuenta desde que se para por razones previstas o imprevistas).
- **Horas en reserva:** equipo está listo para operar, pero no tiene operador o frente donde operar.
- **Horas efectivas de operación:** horas en que el equipo está cumpliendo su objetivo de diseño.
- **Horas de pérdidas operacionales:** horas de pérdidas originadas en a coordinación de operaciones.

## 8.4 Anexo D: Ejemplo Budget Producción Mina MEL<sup>20</sup>

		Month	Jul-12	Aug-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dec-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Full Year
		Number of day	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	365
		Acumulative	31	62	92	123	153	184	215	243	274	304	335	365	
			Budget												
<b>Daily Production Targets</b>															
	MEL Ex Pit	( dmt / day )	1,100,763	1,102,813	1,142,579	1,088,276	1,125,863	1,126,950	1,125,398	1,086,982	1,136,967	1,168,603	1,124,807	1,174,024	1,125,350
	Contractors Ex Pit	( dmt / day )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total Ex Pit	( dmt / day )	1,100,763	1,102,813	1,142,579	1,088,276	1,125,863	1,126,950	1,125,398	1,086,982	1,136,967	1,168,603	1,124,807	1,174,024	1,125,350
	MEL Rehandle ( Oxide )	( dmt / day )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MEL Rehandle ( M. Grade )	( dmt / day )	0	15,000	0	0	0	15,000	15,000	15,000	2,581	2,667	4,839	0	5,822
<b>MINE</b>	MEL Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt / day )	50,000	60,000	120,000	120,000	125,000	120,000	115,000	110,000	110,000	112,500	110,000	110,000	105,041
	MEL Rehandle ( Waste + Other )	( dmt / day )	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	Contractor Rehandle ( Oxide )	( dmt / day )	55,865	43,184	55,212	55,865	55,212	55,865	55,865	53,764	55,865	55,212	43,184	55,212	53,335
	Contractor Rehandle ( M. Grade )	( dmt / day )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Contractor Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt / day )	70,000	70,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,890
	Contractor Rehandle ( Waste + Other )	( dmt / day )	7,500	15,000	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	15,000	7,500	8,774
	Total Rehandle	( dmt / day )	188,365	208,184	187,712	188,365	192,712	203,365	198,365	191,264	180,946	182,878	178,023	177,712	189,862
	Total MEL	( dmt / day )	1,155,763	1,182,813	1,267,579	1,213,276	1,255,863	1,266,950	1,260,398	1,216,982	1,254,547	1,288,770	1,244,646	1,289,024	1,241,213
	Total Contractors	( dmt / day )	133,365	128,184	62,712	63,365	62,712	63,365	63,365	61,264	63,365	62,712	58,184	62,712	73,999
	Total Movement	( dmt / day )	1,289,129	1,310,997	1,330,291	1,276,642	1,318,574	1,330,315	1,323,764	1,278,246	1,317,913	1,351,481	1,302,830	1,351,736	1,315,213
<b>Total Quantities Summary</b>															
	MEL Ex Pit	( dmt )	34,123,662	34,187,217	34,277,381	33,736,564	33,775,880	34,935,448	34,887,346	30,435,487	35,245,970	35,058,089	34,869,016	35,220,722	410,752,781
	Contractors Ex Pit	( dmt )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Total Ex Pit	( dmt )	34,123,662	34,187,217	34,277,381	33,736,564	33,775,880	34,935,448	34,887,346	30,435,487	35,245,970	35,058,089	34,869,016	35,220,722	410,752,781
	MEL Rehandle ( Oxide )	( dmt )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	MEL Rehandle ( M. Grade )	( dmt )	0	465,000	0	0	0	465,000	465,000	420,000	80,000	80,000	150,000	0	2,125,000
<b>MINE</b>	MEL Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt )	1,550,000	1,860,000	3,600,000	3,720,000	3,750,000	3,720,000	3,565,000	3,080,000	3,410,000	3,375,000	3,410,000	3,300,000	38,340,000
	MEL Rehandle ( Waste + Other )	( dmt )	155,000	155,000	150,000	155,000	150,000	155,000	155,000	140,000	154,999	150,000	155,000	150,000	1,824,999
	Contractor Rehandle ( Oxide )	( dmt )	1,731,825	1,338,705	1,656,346	1,731,825	1,656,346	1,731,825	1,731,825	1,505,388	1,731,825	1,656,346	1,338,705	1,656,346	19,467,307
	Contractor Rehandle ( M. Grade )	( dmt )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Contractor Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt )	2,170,000	2,170,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,340,000
	Contractor Rehandle ( Waste + Other )	( dmt )	232,500	465,000	225,000	232,500	225,000	232,500	232,500	210,000	232,500	225,000	465,000	225,000	3,202,500
	Total Rehandle	( dmt )	5,839,325	6,453,705	5,631,346	5,839,325	5,781,346	6,304,325	6,149,325	5,355,388	5,609,324	5,486,346	5,518,705	5,331,346	69,299,806
	Total MEL	( dmt )	35,828,662	36,667,217	38,027,381	37,611,564	37,675,880	39,275,448	39,072,346	34,075,487	38,890,970	38,663,089	38,584,016	38,670,722	453,042,780
	Total Contractors	( dmt )	4,134,325	3,973,705	1,881,346	1,964,325	1,881,346	1,964,325	1,964,325	1,715,388	1,964,325	1,881,346	1,803,705	1,881,346	27,009,807
	Total Movement	( dmt )	39,962,987	40,640,922	39,908,727	39,575,889	39,557,226	41,239,773	41,036,671	35,790,875	40,855,295	40,544,435	40,387,721	40,552,068	480,052,587

<sup>20</sup> Los valores mostrados en el budget son referenciales.

## 8.5 Anexo E: Ejemplo Budget Transporte MEL<sup>21</sup>

		Jul-12	Aug-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dec-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	TOTAL
		Budget												
Número días		31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	365
Humedad		3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Imprevistos camiones		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	
No programado proceso		44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	
Indisponibilidad por Neumatico		2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%
Standby		0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	
<b>FLOTA 797-B MARC</b>														
Número de unidades	( N° )	33.0	33.0	32.0	31.0	32.0	32.0	35.0	35.0	34.0	35.0	43.0	47.0	35.9
Disponibilidad Mecanica	( % )	80.9%	80.9%	80.8%	80.9%	80.8%	80.9%	80.9%	80.5%	80.9%	80.8%	80.9%	80.8%	80.9%
Disponibilidad Fisica	( % )	78.2%	78.2%	78.1%	78.2%	78.1%	78.2%	78.2%	77.8%	78.2%	78.1%	78.2%	78.1%	78.1%
Utilización Efectiva	( % )	73.2%	74.4%	76.3%	76.3%	76.3%	76.3%	76.3%	76.3%	76.3%	76.3%	76.3%	76.3%	75.9%
Horas Totales	( hrs )	24,348	24,348	22,849	22,873	22,849	23,610	25,824	23,325	25,086	24,991	31,726	33,559	305,388
Horas disponibles	( hrs )	19,037	19,037	17,834	17,883	17,834	18,460	20,190	18,138	19,613	19,506	24,805	26,194	238,529
Detenciones programadas de equipo	( hrs )	2,656	2,656	2,507	2,495	2,507	2,575	2,817	2,594	2,736	2,743	3,461	3,683	33,429
Detenciones No programadas de equipo	( hrs )	2,656	2,656	2,507	2,495	2,507	2,575	2,817	2,594	2,736	2,743	3,461	3,683	33,429
Detenciones programadas de proceso	( hrs )	2,847	2,721	2,360	2,366	2,360	2,442	2,671	2,401	2,595	2,581	3,281	3,466	32,090
Detenciones NO programadas de proceso	( hrs )	2,246	2,147	1,861	1,866	1,862	1,926	2,107	1,894	2,047	2,036	2,589	2,734	25,316
Stand By	( hrs )	204	204	191	191	191	198	216	195	210	209	266	281	2,556
Tiempo de Producción	( hrs )	13,943	14,168	13,613	13,651	13,613	14,091	15,412	13,842	14,972	14,889	18,935	19,993	181,122
Rendimiento (Tn/Hr. Efec)	( dmt/hrs)	504	511	527	508	559	562	573	600	596	600	574	564	558
Tiempo de Ciclo (min)	( min )	41.0	40.3	39.1	40.6	36.9	36.7	36.0	34.4	34.6	34.4	35.9	36.5	37.0
Total Toneladas	( k dmt )	7,021	7,242	7,172	6,939	7,607	7,913	8,832	8,303	8,924	8,934	10,875	11,285	101,047

<sup>21</sup> Los valores mostrados en el budget son referenciales.

## 8.6 Anexo F: Ejemplo Forecast Producción Mina MEL<sup>22</sup>

		Month	Jul-12	Aug-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dec-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Full Year
		Number of day	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	365
		Acumulative	31	62	92	123	153	184	215	243	274	304	335	365	
			Real	Forecast	Forecast	Forecast									
<b>Daily Production Targets</b>															
	MEL Ex Pit	( dmt / day )	635,719	690,965	664,035	554,001	618,251	603,064	576,871	577,812	555,774	642,978	642,739	672,211	619,551
	Contractors Ex Pit	( dmt / day )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Total Ex Pit	( dmt / day )	635,719	690,965	664,035	554,001	618,251	603,064	576,871	577,812	555,774	642,978	642,739	672,211	619,551
	Ore to Crusher from Escondida	( dmt / day )	93,039	115,206	122,464	119,265	102,491	121,183	99,390	109,023	156,022	138,751	125,090	131,236	119,468
	MEL Rehandle ( Oxide )	( dmt / day )	1,401	881	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194
	MEL Rehandle ( M. Grade )	( dmt / day )	30,092	34,758	60,809	49,352	18,910	42,797	23,831	51,400	36,993	2,167	1,456	1,667	29,434
	MEL Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt / day )	44,934	24,121	21,245	38,271	81,954	85,116	68,164	37,280	71,867	58,268	63,889	57,500	54,504
Escondida	MEL Rehandle ( Waste + Other )	( dmt / day )	7,409	6,116	1,922	2,298	3,147	1,946	3,773	517	1,077	1,277	0	1,333	2,592
	Contractor Rehandle ( Oxide )	( dmt / day )	59,537	31,777	52,483	49,425	49,164	53,159	46,992	42,412	40,695	36,921	27,425	21,374	42,644
	Contractor Rehandle ( M. Grade )	( dmt / day )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Contractor Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt / day )	39,775	46,248	37	4,999	2,712	3,953	0	0	0	0	0	0	8,292
	Contractor Rehandle ( Waste + Other )	( dmt / day )	1,346	1,392	1	0	325	2	0	0	0	2,594	7,860	7,750	1,777
	Total Rehandle	( dmt / day )	184,494	145,294	136,496	144,346	156,212	186,973	142,759	131,609	150,632	101,227	100,430	89,624	139,437
	Total MEL	( dmt / day )	719,555	756,842	748,010	643,922	722,262	732,924	672,639	667,009	665,712	704,690	707,884	732,711	706,275
	Total Contractors	( dmt / day )	100,658	79,417	52,521	54,425	52,201	57,113	46,992	42,412	40,695	39,514	35,285	29,124	52,714
	Total Movement	( dmt / day )	820,213	836,259	800,531	698,347	774,463	790,037	719,631	709,421	706,407	744,204	743,169	761,835	758,988
		MEL Ex Pit	( dmt )	19,707,296	21,419,906	19,921,038	17,174,033	18,547,526	18,694,975	17,883,005	16,178,743	17,229,005	19,289,338	19,924,916	20,166,341
	Contractors Ex Pit	( dmt )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total Ex Pit	( dmt )	19,707,296	21,419,906	19,921,038	17,174,033	18,547,526	18,694,975	17,883,005	16,178,743	17,229,005	19,289,338	19,924,916	20,166,341	226,136,122
	Ore to Crusher from Escondida	( dmt )	2,884,210	3,571,394	3,673,908	3,697,226	3,074,715	3,756,682	3,081,087	3,052,647	4,836,677	4,162,530	3,877,789	3,937,083	43,605,949
	Grade to Crusher from Escondida	( % )	1.31%	1.15%	1.16%	1.21%	1.25%	0.86%	1.26%	0.95%	1.27%	0.89%	1.06%	0.95%	1.10%
	Stacked Material from Mine to SL	( dmt )	3,142,002	3,611,223	4,382,416	3,339,630	1,391,126	351,170	933,431	1,285,475	532,409	959,608	1,253,079	1,172,930	22,334,498
	CuT Ore Grade to Sulphide Leach	( % )	0.60%	0.59%	0.62%	0.73%	0.70%	0.74%	0.63%	0.64%	0.59%	0.58%	0.57%	0.58%	0.63%
	CuS Ore Grade to Sulphide Leach	( % )	0.10%	0.10%	0.12%	0.15%	0.16%	0.23%	0.14%	0.22%	0.19%	0.20%	0.19%	0.19%	0.14%
	MEL Rehandle ( Oxide )	( dmt )	43,436	27,322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70,758
	MEL Rehandle ( M. Grade )	( dmt )	932,850	1,077,489	1,824,257	1,529,905	567,292	1,326,713	738,774	1,439,202	1,146,787	65,000	45,131	50,000	10,743,400
Escondida	MEL Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt )	1,392,944	747,762	637,337	1,186,404	2,458,628	2,638,608	2,113,074	1,043,851	2,227,878	1,748,048	1,974,360	1,725,000	19,893,893
	MEL Rehandle ( Waste + Other )	( dmt )	229,676	189,609	57,656	71,242	94,400	60,333	116,955	14,467	33,396	38,322	0	40,000	946,059
	Contractor Rehandle ( Oxide )	( dmt )	1,845,658	985,096	1,574,484	1,532,185	1,474,914	1,647,914	1,456,741	1,187,528	1,261,542	1,107,620	850,189	641,205	15,565,076
	Contractor Rehandle ( M. Grade )	( dmt )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Contractor Rehandle ( Sulphide Leach )	( dmt )	1,233,028	1,433,688	1,117	154,979	81,360	122,531	0	0	0	0	0	0	3,026,703
	Contractor Rehandle ( Waste + Other )	( dmt )	41,722	43,149	35	0	9,762	59	0	0	0	77,806	243,657	232,500	648,688
	Total Rehandle	( dmt )	5,719,314	4,504,115	4,094,886	4,474,714	4,686,356	5,796,158	4,425,544	3,685,048	4,669,605	3,036,796	3,113,337	2,688,705	50,894,577
	Total MEL	( dmt )	22,306,202	23,462,088	22,440,268	19,961,583	21,667,846	22,720,629	20,851,808	18,676,263	20,637,068	21,140,707	21,944,407	21,961,341	257,790,231
	Total Contractors	( dmt )	3,120,408	2,461,933	1,575,636	1,687,164	1,566,036	1,770,504	1,456,741	1,187,528	1,261,542	1,185,426	1,093,846	873,705	19,240,468
	Total Movement	( dmt )	25,426,610	25,924,021	24,015,923	21,648,747	23,233,882	24,491,133	22,308,549	19,863,791	21,898,610	22,326,133	23,038,253	22,855,046	277,030,699

<sup>22</sup> Los valores mostrados en el forecast son referenciales.

## 8.7 Anexo G: Ejemplo Forecast Transporte MEL<sup>23</sup>

		Jul-12	Aug-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dec-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	TOTAL
		Real	Forecast	Forecast	Forecast									
Número días		31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	365
Humedad		3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Imprevistos camiones		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	
No programado proceso		44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	44%	
Indisponibilidad por Neumatico		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%	2.75%
Standby		0.00%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	0.83%	
<b>FLOTA 797-B MARC</b>														
Número de unidades	( N° )	37.2	39.1	33.8	33.5	33.5	34.2	34.4	34.2	32.1	33.0	35.0	44.0	35.7
Disponibilidad Mecanica	( % )	72.1%	70.3%	68.3%	64.5%	71.7%	68.9%	66.8%	68.9%	66.6%	83.1%	83.3%	83.1%	74.4%
Disponibilidad Fisica	( % )	72.1%	70.3%	68.3%	64.5%	71.7%	68.9%	66.8%	68.9%	66.6%	80.3%	80.6%	80.4%	71.6%
Utilización Efectiva	( % )	73.5%	75.2%	76.6%	75.5%	78.5%	77.1%	76.4%	74.7%	71.7%	76.9%	76.9%	76.9%	75.9%
Horas Totales	( hrs )	27,651	32,417	27,438	27,197	27,039	27,690	28,062	25,713	23,865	23,563	25,824	31,417	327,875
Horas disponibles	( hrs )	19,928	22,791	18,729	17,544	19,386	19,083	18,734	17,711	15,893	18,923	20,808	25,246	234,777
Detenciones programadas de equipo	( hrs )	4,381	5,177	4,583	4,448	4,010	4,833	5,039	3,952	4,011	2,320	2,508	3,086	48,346
Detenciones No programadas de equipo	( hrs )	3,342	4,449	4,126	5,206	3,642	3,773	4,288	4,051	3,960	2,320	2,508	3,086	44,752
Detenciones programadas de proceso	( hrs )	2,581	3,120	2,575	2,353	2,647	2,567	2,562	2,300	2,230	2,439	2,682	3,254	31,310
Detenciones NO programadas de proceso	( hrs )	2,702	2,537	1,798	1,948	1,529	1,811	1,867	2,180	2,266	1,924	2,116	2,567	25,246
Stand By	( hrs )	38	1	1	92	0	0	92	1	0	197	216	263	902
Tiempo de Producción	( hrs )	14,645	17,134	14,356	13,243	15,210	14,706	14,305	13,231	11,397	14,560	16,009	19,424	178,221
Rendimiento (Tn/Hr. Effec)	( dmt/hrs )	514	519	536	474	534	536	497	474	493	566	554	550	523
Tiempo de Ciclo (min)	( min )	41.3	40.9	39.6	44.8	39.7	39.6	42.7	44.8	43.1	36.5	37.2	37.5	40.3
Total Toneladas	( k dmt )	7,528	8,889	7,692	6,279	8,130	7,887	7,111	6,268	5,620	8,235	8,864	10,686	93,189

<sup>23</sup> Los valores mostrados en el forecast son referenciales.

## 8.8 Anexo H: Ejemplo Planes Semanales y Bisemanales<sup>24</sup>

RESUMEN DE RITMOS DE EXTRACCIÓN Y NÚMERO DE CAMIONES  
Semana del 13 al 19 de Mayo de 2013

Ubicación Equipos	Lunes 13-5-13		Martes 14-5-13		Miércoles 15-5-13		Jueves 16-5-13		Viernes 17-5-13		Sábado 18-5-13		Domingo 19-5-13		Total ktpd	Promedio Semana ktpd			
	ktpd	Nro	ktpd	Nro	ktpd	Nro	ktpd	Nro	ktpd	Nro	ktpd	Nro	ktpd	Nro					
	SHE55	SM1 3070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
SHE56	SMX 3120	80	7	20	1	0	0	80	7	80	7	80	7	80	7	420	60		
SHE77	2950 E4	70	4	70	3	60	1	80	4	80	4	80	5	70	3	510	73		
SHE62	2985 S3C	70	7	75	7	70	6	70	6	70	5	70	6	35	2	460	66		Traslado
SHE65	2935 E04	70	2	80	3	60	2	70	2	70	2	80	3	70	4	500	71		Mantención
SHE66	2875 N15	80	6	80	6	80	7	40	3	0	0	0	0	40	4	320	46		Stand By
SHE68	2980 S3C	80	4	80	4	70	4	80	4	70	4	0	0	70	4	450	64		
SHE69	2890 N15	70	8	80	8	80	9	80	9	90	10	90	10	80	8	570	81		
SHE73	2980 S3C	70	3	70	2	70	2	70	2	70	2	70	2	70	3	490	70		
SHE75	2905 N15	80	16	80	18	80	18	70	15	70	15	80	17	80	16	540	77		
SHE78	2740 / 2725 N14	80	8	80	9	80	9	80	9	80	9	80	8	80	8	560	80		
LDW1	SLM3100NE									7	2					7	1		
LDW2	SLM3100NE					0	0	0	0	0	0					0	0		
Total Mel Remanejo		80	0	20	1	0	0	80	0	87	2	80	0	80	0	427	61		
Total Mel Expit		670	57	695	60	650	57	640	55	600	50	550	50	595	53	4.400	629		
Total Mel		750	58	715	61	650	57	720	56	687	53	630	51	675	53	4.827	690		
MOVIMIENTO TOTAL		750	58	715	61	650	57	720	56	687	53	630	51	675	53	Nº cam 360	55		
			10		6		7		11		12		11	9		Nº cam 240	9		

<sup>24</sup> Los valores para los planes son referenciales.