



Reporte de Avance del Convenio de Cooperación entre Ministerio de Energía y Consejo Minero

**BHP Pampa Norte
Minera Spence**

Febrero 2017



Contenidos

Abreviaturas, simbología y acrónimos	1	
---	----------	--

1. Resumen Ejecutivo	2	
-----------------------------	----------	--

2. Antecedentes generales	4	
Descripción de las instalaciones		4
Minera Spence		4

3. Caracterización energética	7	
Fuentes energéticas		7
Antecedentes de consumo de energía eléctrica		8
Antecedentes de consumo de Petróleo Diésel		10
Antecedentes de consumo de GLP		11
Indicadores de desempeño energético propuestos al Ministerio de Energía		11
IDE 1 Energía total v/s Cu fino		12
IDE 2 Energía LIX-SX-EW v/s Cu fino		12
		12
Otros IDEs analizados		13
IDE5 Electricidad total Spence v/s Cu fino		14
IDE6 Energía Total EW v/s Cu fino		14
IDE 7 Electricidad EW v/s Cu fino		15
IDE 8 Combustible EW v/s Cu fino		15
IDE 9 Combustible Mina v/s km recorridos por toneladas movidas		16
Equipos consumidores de energía		17
Equipos Mina		17
Equipos Área Seca		17
Equipos Área Húmeda		17
Equipos Área Campamento y casino		18

4. Iniciativas de eficiencia energética	19	
--	-----------	--

5. Seguimiento de medidas de EE	20	
Medidas comprometidas al Ministerio de Energía - 2015		20

6. Gestión de Energía	23	
Alcance y límites del SGE		24
Política Energética		24
Revisión Energética		26
Línea Base de Energía		27

7. Plan de Eficiencia Energética	28	
Corto Plazo		28
Mediano Plazo		29
Largo Plazo		29

Este informe es extendido en el Marco del Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Energía y el Consejo Minero, firmado por ambas partes con fecha 15 de julio de 2014. El tratamiento de la información aquí presentada se enmarca dentro de las disposiciones establecidas en dicho Convenio. Si existiesen posteriores requerimientos de información que pudiesen derivar de la recepción de este informe, éstos deberán ser tratados en forma directa entre las partes y de acuerdo a procedimientos vigentes al respecto.

Abreviaturas, simbología y acrónimos

ACS	Agua Caliente Sanitaria
CMCC	Compañía Minera Cerro Colorado
EW	Electro-winning
FY	Año Fiscal (Fiscal Year)
GHG	Greenhouse Gases
GLP:	Gas Licuado de Petróleo
IDE:	Indicador de Desempeño Energético
IDEs	Indicadores de desempeño energético
ISO:	Organización Internacional de Normalización
kWh:	Kilo Watt Hora
LIX	Lixiviación
mns	Metros sobre nivel del mar
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
SGC	Sistema de Gestión de Calidad
SGE:	Sistema de Gestión de la Energía
SX	Extracción por solvente

1. Resumen Ejecutivo

En 2014, el Ministerio de Energía y el Consejo Minero firmaron un Convenio de Cooperación, con el objetivo de “impulsar el uso eficiente de los recursos energéticos en las Empresas Socias (...) a través de la promoción de la gestión energética y de la utilización de sistemas y equipos energéticamente eficientes, así como fomentar iniciativas que contribuyan a la innovación y la cultura en el buen uso de la energía”.

Como primera actividad en el marco del mencionado Convenio, se realizó una Auditoría Energética en 2015 en Minera Spence, cuyos resultados fueron reportados al Ministerio de Energía en octubre 2015.

En el presente informe, se da cuenta de los avances logrados por Minera Spence durante 2016 en cuanto a los compromisos y oportunidades levantados en el proceso antes descrito.

Respecto del consumo energético, esta nueva revisión muestra que:

- El consumo de combustible, petróleo diésel, corresponde al 55% del total de consumo energético y el de electricidad al 45%.
- En el caso de combustible, los principales consumos corresponden al área mina (86%) y el resto al área de planta de electro-winning (EW 14%).
- En el caso de electricidad, los principales consumos corresponden al área de EW (65%), área seca (18%), área húmeda (12%) y otros consumos menores.

Se revisaron los indicadores de desempeño energético (IDE) propuestos a la autoridad en el informe de 2015, y se obtuvo los siguientes resultados:

- Debido a que los indicadores propuestos en el informe anterior no resultaron ser representativos una vez trabajados con la data real de 2016, Minera Spence analizará nuevamente aquellos asociados a:
 - consumo total de electricidad en área húmeda y EW versus Cu fino, Electricidad Total Spence vs Cu fino y
 - consumo total de electricidad en EW específicamente, versus Cu fino.
- Adicionalmente, se revisarán otros IDE que potencialmente puedan ser adoptados en el futuro.

En cuanto al análisis de las medidas de eficiencia energéticas se puede informar que:

- Existe una brecha en cuanto a la implementación de metodologías de medición y verificación de las medidas de eficiencia energética implementadas antes de 2015.
- Respecto de las iniciativas presentadas al Ministerio de Energía el año 2015, el status es el siguiente:
 - 5 de éstas se encuentran implementadas, de un total de 10.
 - Existe una brecha en la implementación de metodologías efectivas de medición y verificación de los ahorros obtenidos.
 - Se presentan nuevas iniciativas de eficiencia energética, adicionales a las mencionadas en el reporte de 2015, que dan cuenta de los esfuerzos desplegados por Minera Spence en este ámbito.

Del análisis en el avance en la implementación de un Sistema de Gestión Energética (SGE), la situación actual de Minera Spence refleja que:

- Existe una brecha en la implementación de un SGE, aun cuando se han ejecutado numerosas acciones en este ámbito, en distintas áreas y procesos de la compañía.
- Existen actualmente dos sistemas de gestión bajo las normas ISO 9.001 e ISO 14.001.

- Se considera factible implementar un SGE basado en la norma ISO 50.001 si bien su materialización debe ser evaluada en mayor grado de detalle.

Considerando el resumen anterior, Minera Spence, considera las siguientes actividades a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de continuar avanzando en el logro de los objetivos planteados en el marco del Convenio de Cooperación:

- Actividades de Corto Plazo (a diciembre 2017)
 - Analizar y estudiar la factibilidad de desarrollar un SGE en un área piloto.
 - Mejorar el establecimiento de IDEs, mediante el análisis y definición de aquellos IDEs que se ajusten de mejor forma a la realidad de los procesos mineros de Minera Spence.
 - Desarrollar los procedimientos para realizar el seguimiento de las medidas de eficiencia energética ya implementadas, realizando primeramente una revisión y análisis de los protocolos más adecuados de medición y verificación de ahorros.
 - Definir tipo de capacitaciones para el personal que se consideren relevantes para el desarrollo de un SGE.
 - Aumentar puntos de medición de energía.
 - Actualizar las curvas de costo marginal de abatimiento de iniciativas de reducción de emisión de gases de efecto invernadero, para evaluar su aporte a la eficiencia energética de la compañía.
- Actividades de Mediano Plazo (a diciembre 2018)
 - Realizar capacitaciones en el ámbito de SGE y eficiencia energética
 - Implementación de un SGE en un área piloto.
 - Realizar seguimiento de medición y verificación de resultados para las medidas implementadas y nuevas iniciativas futuras.
 - Definir un plan de inversión, a 5 años, para nuevos sistemas de medición que esté en línea con el plan de desarrollo de la compañía.
- Actividades de Largo Plazo (a diciembre 2020)
 - Analizar la factibilidad de extender el SGE a otras áreas de la compañía.
 - Realizar monitoreo de aquellas iniciativas de eficiencia energética que se hayan definido en las áreas de uso significativo de energía.

2. Antecedentes generales

Descripción de las instalaciones

BHP Billiton es una compañía global de recursos naturales. Su objetivo corporativo es crear valor a largo plazo para sus accionistas a través del descubrimiento, adquisición, desarrollo y comercialización de recursos naturales.

BHP Billiton se instaló en Chile en 1984, a través de la adquisición de Utah, que era el principal socio de Minera Escondida. En 2000, Billiton adquirió Rio Algom, que tenía entre sus activos Spence y Cerro Colorado. El año 2001 se produjo la fusión de BHP y Billiton; y en 2004, dada la gran concentración de operaciones de cobre en Chile, la compañía decidió instalar en Santiago las oficinas de su entonces División Metales Base, hoy Minerals Americas.

La unidad de negocios BHP Billiton Pampa norte, 100% propiedad de BHP Billiton, está integrada por dos operaciones a rajo abierto: Compañía Minera Cerro Colorado y Minera Spence. Ambas faenas producen cátodos de alta calidad mediante el procesamiento de óxidos y sulfuros de cobre a través de lixiviación, extracción por solventes y electro obtención.

Minera Spence

Minera Spence (en adelante Spence) se ubica sobre 1750 msnm en la comuna de Sierra Gorda en la Provincia de Antofagasta, Región de Antofagasta a aproximadamente 50 km al suroeste de Calama y 150 km al noreste de Antofagasta. Esta faena inició sus operaciones en diciembre de 2006. El año 2014 la producción de cobre fino fue 176.064 tmf.

Spence, es un yacimiento de pórfidos de cobre con cuatro zonas mineralizadas: mineral oxidado, mineral de sulfuro enriquecido, mineral mezclado y mineral de sulfuro hipógeno. El proceso se inicia con la extracción del mineral, en un proceso de extracción a rajo abierto convencional. La mina fue diseñada para extraer 50.000 t/d de uno u otro mineral, óxido o sulfuro en diferentes fracciones al día.

Minerales de óxidos y sulfuros son alimentados en campañas separadas a la unidad de chancado primario, lo que requiere acopiar el mineral por separado. Dependiendo de la campaña, el mineral oxidado o sulfurado se envía alternadamente a una planta de chancado en 3 etapas (primario, secundario y terciario). Posteriormente, el mineral de la campaña en cuestión, es alimentado desde un silo mediante alimentadores y correas transportadoras a tambores aglomeradores donde se acondiciona con ácido sulfúrico concentrado.

A continuación, se listan los procesos involucrados en las operaciones de Spence:

- Mina.
- Chancado Primario.
- Chancado Secundario y Terciario.
- Aglomeración.
- Lixiviación.
- SX, Extracción por Solvente.
- EW, Electro obtención.

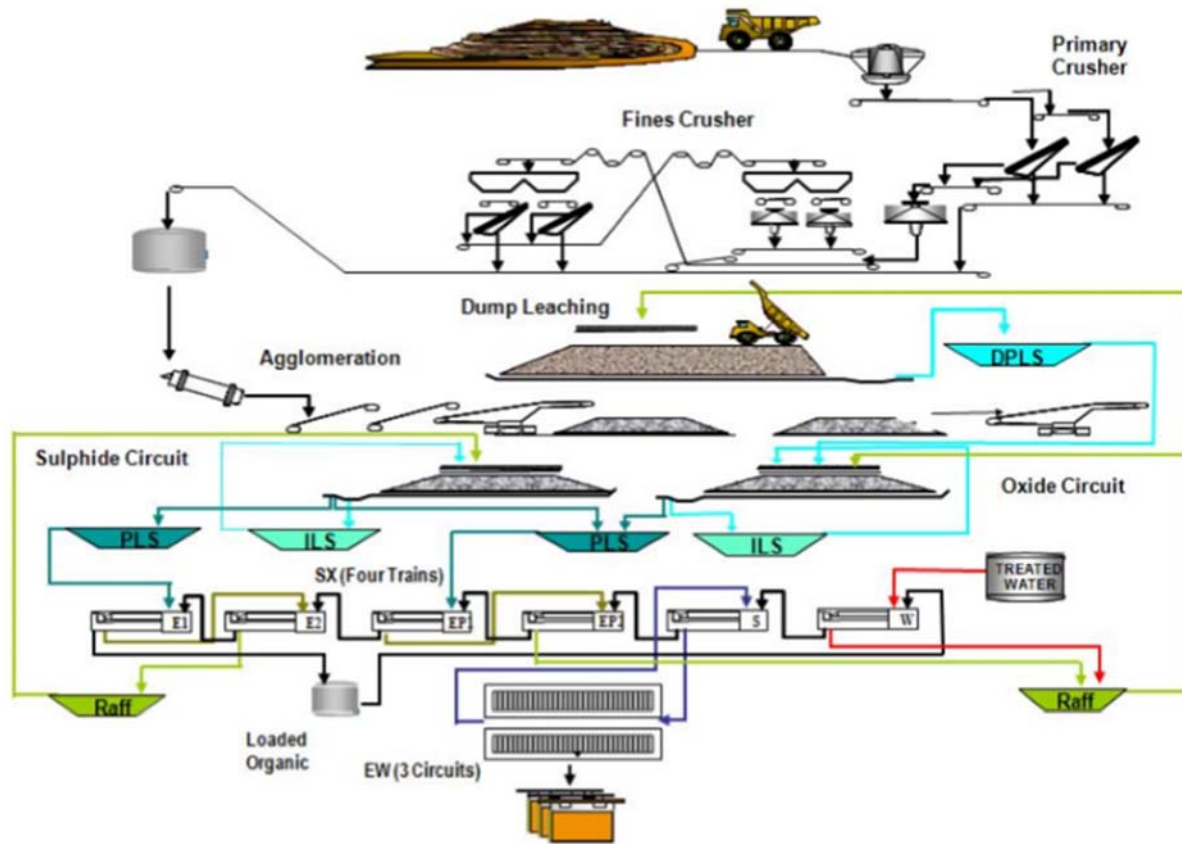


Figure 1: Esquema de procesos Spence.

En la siguiente figura se muestran las cifras de producción de cobre fino desde julio del 2013 a junio 2016 (“Año Fiscal” – “Fiscal Year” en inglés) en comparación con la cantidad de mineral extraído, mineral procesado y material movido.

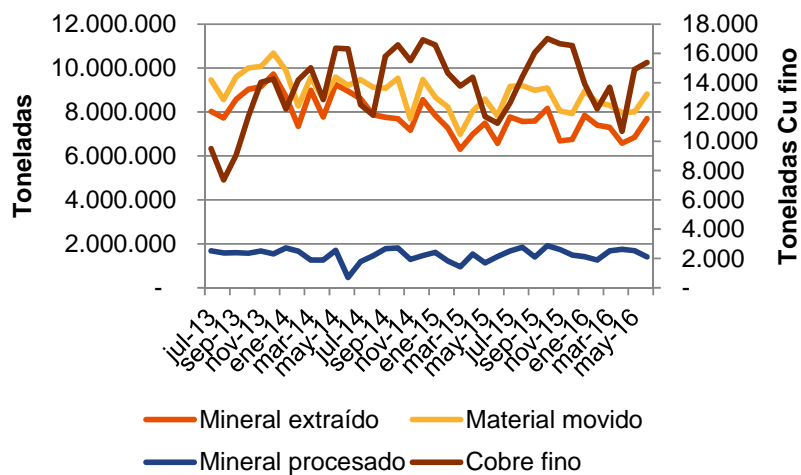


Figure 2: Distribución de producción años fiscales 2014, 2015 y 2016

La siguiente tabla muestra un resumen de las toneladas de cobre fino, material extraído, material movido y mineral procesado para los años fiscales 2014, 2015 y 2016, respectivamente.

Tabla 1: Resumen producción FY14, FY15 y FY16.

Ítem	Toneladas FY14 (t/año)	Toneladas FY15 (t/año)	Toneladas FY16 (t/año)
Material extraído	103.240.108	90.150.906	88.186.895
Material movido	113.509.948	102.728.320	102.907.006
Mineral procesado	17.815.565	16.836.488	19.256.418
Cobre Fino	152.843	171.444	174.103

3. Caracterización energética

A continuación, se presenta el uso de energía de las instalaciones y los balances de energía de las áreas principales de Spence.

Fuentes energéticas

Los principales consumos energéticos utilizados por Spence son electricidad y combustibles fósiles (diésel y GLP). En la siguiente figura se muestra la evolución en el consumo de éstos para los Años Fiscales¹ 2014, 2015 y 2016.

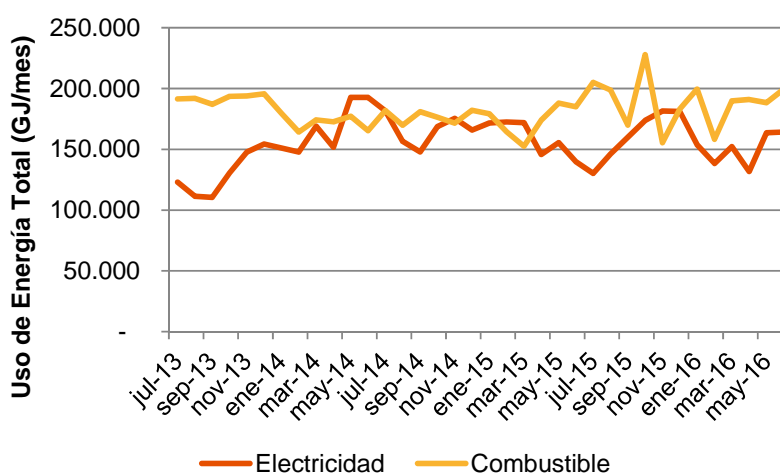


Figure 3: Distribución de consumos energéticos mensuales para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

La siguiente tabla da cuenta del detalle de los consumos de los energéticos mencionados, para el mismo período de tiempo:

Tabla 2.- Resumen de consumo de energéticos para FY14, FY15 y FY16.

Energético	Energía FY14 (GJ/año)	Energía FY15 (GJ/año)	Energía FY16 (GJ/año)
Electricidad	1.782.653	1.953.342	1.876.988
Petróleo Diésel	2.182.099	2.101.458	2.263.621
GLP	4.959	4.511	3.406
Total	3.969.711	4.059.311	4.144.015

En el siguiente gráfico se puede observar en forma comparativa el consumo de electricidad y combustibles fósiles (petróleo diésel y GLP en unidades equivalentes) para los años fiscales 2014, 2015 y 2016:

¹ Año fiscal (Fiscal Year, FY): corresponde a un año fiscal o año financiero. Es un período de 12 meses, comenzando en julio de un año y finalizando en junio del año siguiente. Por ejemplo, el FY16 comienza en julio 2015 y finaliza en junio 2016.

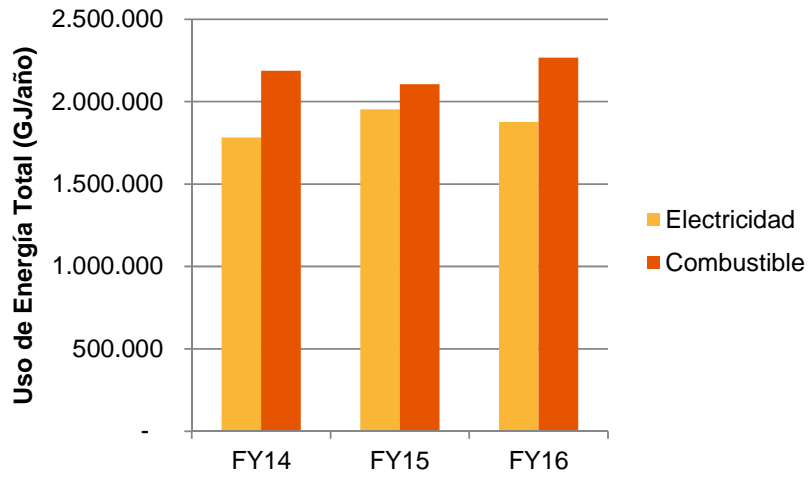


Figure 4: Consumo energético para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Para el año fiscal 2016 el consumo de combustible equivale al 55% y el de electricidad, a un 45% con respecto al consumo total de energía:



Figure 5: Consumos de energéticos para el año fiscal 2016 (en GJ)

Antecedentes de consumo de energía eléctrica

A continuación, se presentan los balances de energía eléctrica para las áreas principales de Minera Spence.

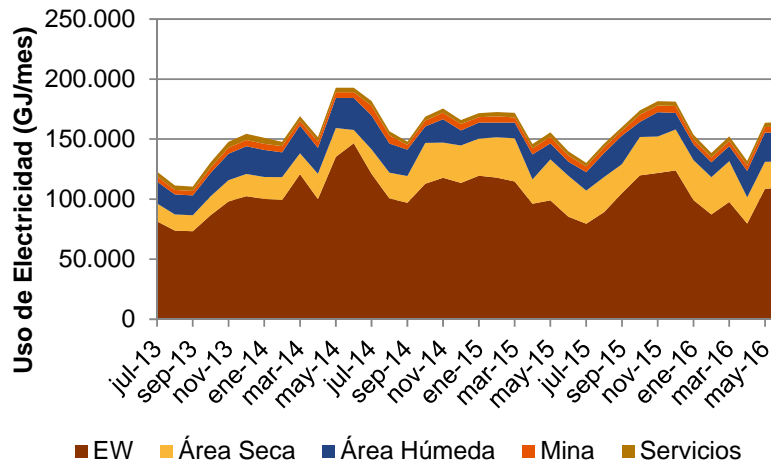


Figure 6: Consumo mensual de energía eléctrica por áreas para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

En la próxima figura se presentan los consumos porcentuales de energía eléctrica en las principales áreas de Minera Spence para el año fiscal 2016:

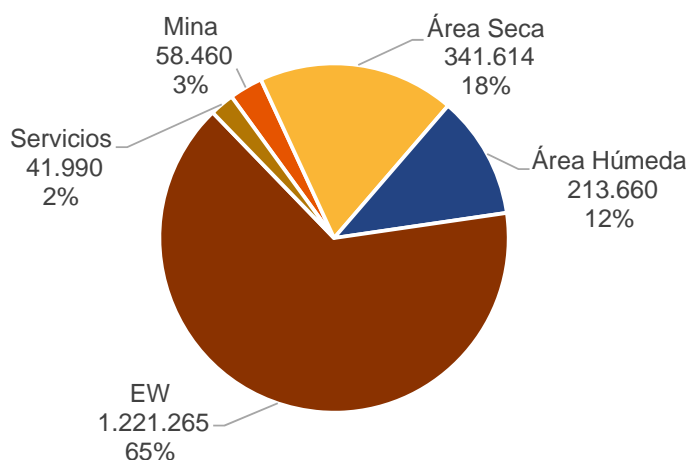


Figure 7: Balance de Electricidad por Áreas en GJ para año fiscal 2016.

El principal consumidor de energía corresponde al área de EW, que utiliza del orden de un 65% de la energía eléctrica de las instalaciones. Entre el área seca y área húmeda consumen del orden de un 30%. El resto corresponde a consumos menores.

Los principales equipos consumidores de energía eléctrica por áreas se detallan a continuación:

Tabla 3.- Principales áreas y equipos consumidores de energía eléctrica.

Área	Equipos o sistemas
Mina	Palas, perforadoras
Área Seca	Chancador primario, secundario y terciario, correas transportadoras, aglomerador, harneros, sistema de apilamiento, roto-palas.
Área Húmeda	Regadío de pilas, motores, bombas piscina, sistema de extracción y re-extracción de cobre.
EW	Celdas de electro-obtención de las naves, embarque en trenes FCAB.
Servicios	Campamentos, casino, oficinas, talleres de mantención, truck shop, laboratorios.

Antecedentes de consumo de Petróleo Diésel

Las ilustraciones siguientes muestran los balances de petróleo diésel para las diferentes áreas de la compañía.

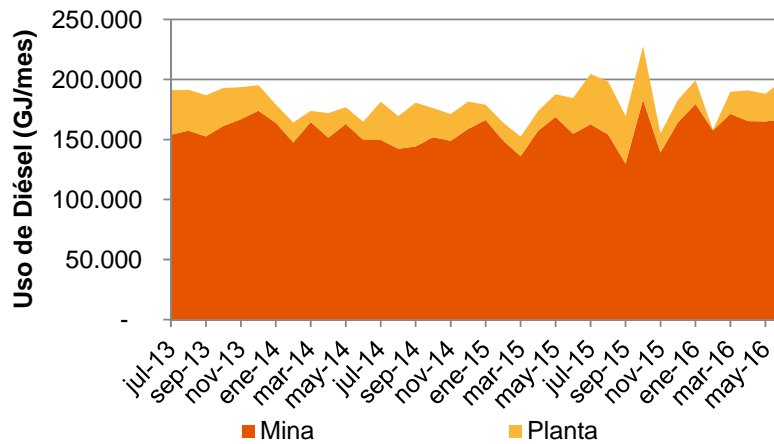


Figure 8: Consumo mensual de Petróleo diésel para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

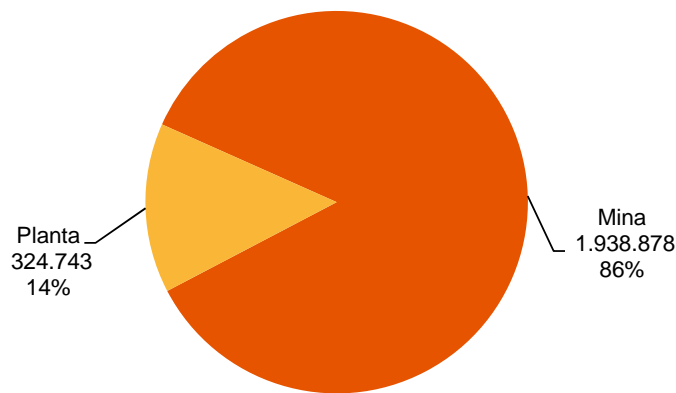


Figure 9: Balance de combustible por áreas para el año fiscal 2016.

El petróleo diésel es el principal combustible utilizado en el área de Mina que concentra el 86% del consumo total. La flota de camiones corresponde al mayor usuario de este combustible.

Los principales equipos consumidores de petróleo diésel, por área, son:

Tabla 4.- Principales áreas y equipos consumidores de petróleo diésel.

Área	Equipos o sistemas
Mina	Camiones, perforadoras, motoniveladoras, bulldozer, wheeldozer.
Planta	Calentadores, generadores de respaldo SSEE y campamento.

Antecedentes de consumo de GLP

El principal uso de GLP es para la generación de agua caliente sanitaria de los campamentos. A continuación de muestra la distribución mensual de consumo de GLP para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

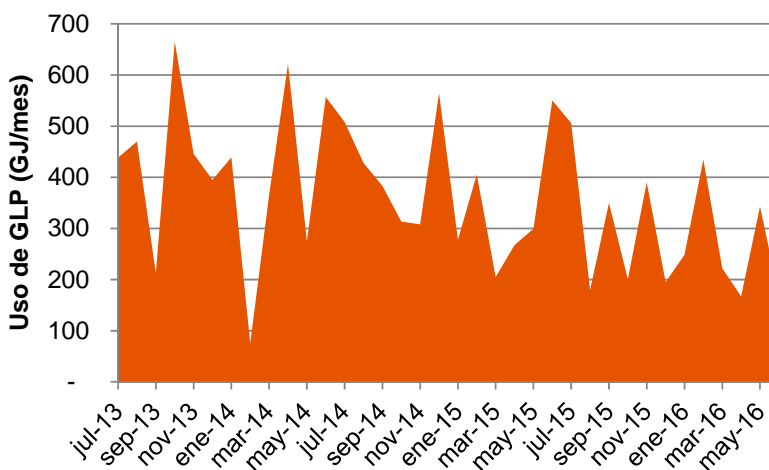


Figure 10: Consumo mensual de GLP en unidades de GJ/mes.

Indicadores de desempeño energético propuestos al Ministerio de Energía

En el informe de Auditoría Energética presentado al Ministerio de Energía en octubre de 2015, se propusieron los IDE siguientes:

Tabla 5.- IDE propuestos al Ministerio de Energía en 2015

	Fuente Energética	Área	Descripción	Definición IDE
IDE 1	Electricidad + Combustibles Fósiles (Petróleo y LPG)	Global	Uso total de energía (MJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t\ Cu}$
IDE 2	Electricidad + Petróleo Diésel	LIX-SX-EW	Uso total de energía del área LIX-SX-EW (MJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t\ Cu}$
IDE 3	Electricidad + Petróleo Diésel	Mina (incluye Chancado Primario)	Uso total de energía del área Mina (MJ) por toneladas de mineral extraído, incluyendo lastre ($t_{extraído}$)	$IDE = \frac{GJ}{t_{extraído}}$
IDE 4	Electricidad + Petróleo Diésel	Área Seca (incluye Chancado Secundario y Terciario)	Uso total de energía del área Seca (MJ) por toneladas de mineral tratado (t)	$IDE = \frac{GJ}{t}$

IDE 1 Energía total v/s Cu fino

La ilustración siguiente muestra la evolución de este IDE entre julio 2013 y junio 2016. Si bien se aprecia una variación mensual, este indicador depende de otros factores, en particular de la cantidad de cátodos de cobre. Asimismo, Se ha evaluado la correlación lineal existente entre el consumo de energía total y las toneladas de cobre fino, y ésta revela un indicador R^2 igual a 0,46.

De lo anterior se desprende la relevancia de la realización de una segunda revisión de este indicador durante 2017, con el objeto de hacerlo más representativo de la realidad del proceso.

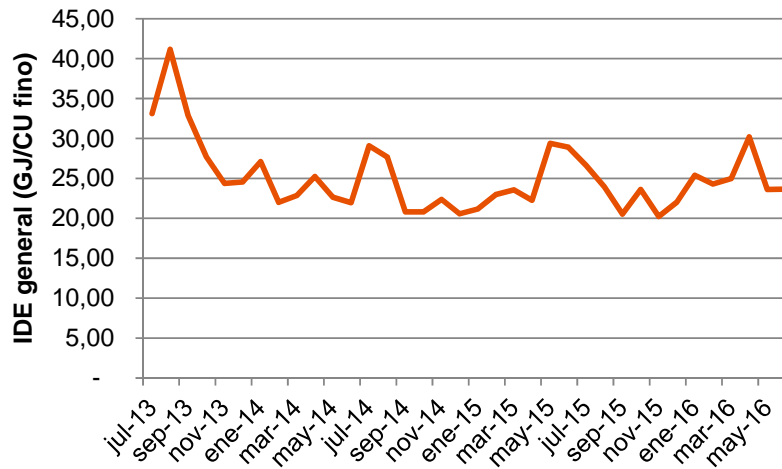


Figure 11: Distribución mensual IDE1 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

IDE 2 Energía LIX-SX-EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación:

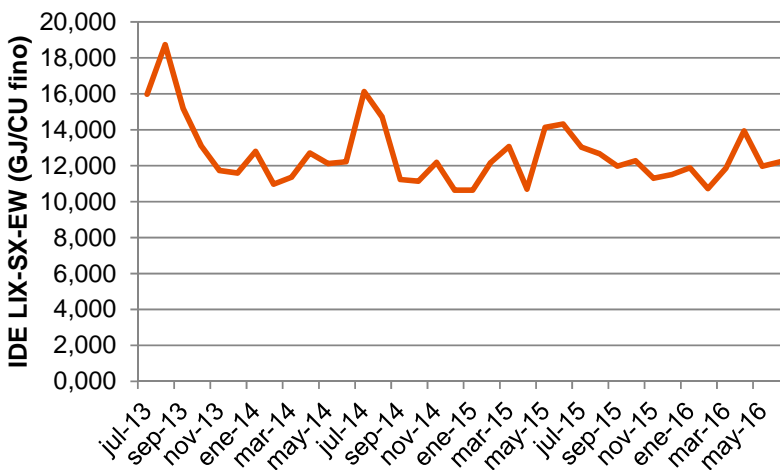


Figure 12: Distribución mensual IDE2 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Al realizar una correlación lineal entre el consumo de energía total LIX_SX-EW y las toneladas de cobre fino, se puede apreciar en el gráfico siguiente que existe correlación media entre las variables, pero superior a IDE1 con un R^2 igual a 0,59. Igualmente, Minera Spence someterá a nuevos análisis al indicador mencionado.

De los restantes IDE propuestos a la autoridad en 2015, la data real sobre la que han sido trabajados da cuenta de que es recomendable re-evaluarlos:

- IDE 3 Energía total Mina v/s material extraído: correlación entre variables muy baja.
- IDE 4 Energía total Área Seca v/s material tratado: correlación entre variables muy baja.

Otros IDEs analizados

En respuesta a las observaciones anteriores, se han levantado indicadores de desempeño energético alternativos, los que, sometidos a la data real, presentan mejor correlación entre las variables de interés.

Tabla 6.-IDE alternativos

	Indicador	Área	Descripción	Definición IDE
IDE 5	Electricidad Total Spence vs Cu fino	Global	Uso de electricidad total (GJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t\ Cu}$
IDE 6	Electricidad + Combustible área EW vs Cu fino	Electrowinnig	Uso total de energía (GJ) área EW por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t\ Cu}$
IDE 7	Electricidad EW vs Cu fino	Electrowinnig	Uso de electricidad área EW (GJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t_{extraido}}$
IDE 8	Combustible vs Cu fino	Electrowinnig	Uso de combustible área EW (GJ) por toneladas de cobre fino producido (t Cu)	$IDE = \frac{GJ}{t\ CU}$
IDE 9	Combustible mina v/s kilómetros recorridos por toneladas movidas	Mina	Uso de combustible área mina (GJ) por kilómetros recorridos por los camiones (km) por las toneladas movidas (t mov)	$IDE = \frac{GJ}{Km\ x\ t\ mov}$

IDE5 Electricidad total Spence v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación:

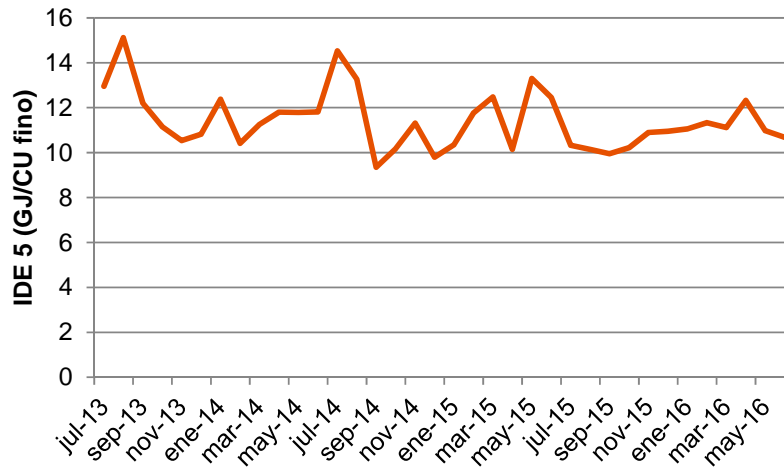


Figure 13: Distribución mensual IDE 5 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Correlación entre variables: 0,66.

IDE6 Energía Total EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación:

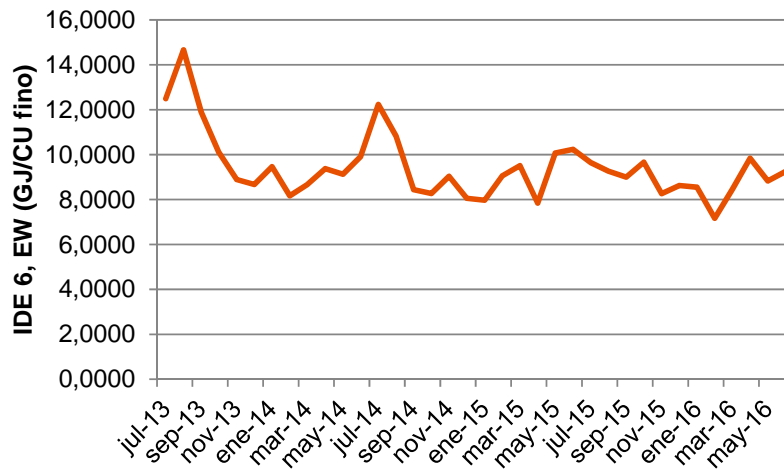


Figure 14: Distribución mensual IDE 6 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Correlación entre variables: 0,49

IDE 7 Electricidad EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación:

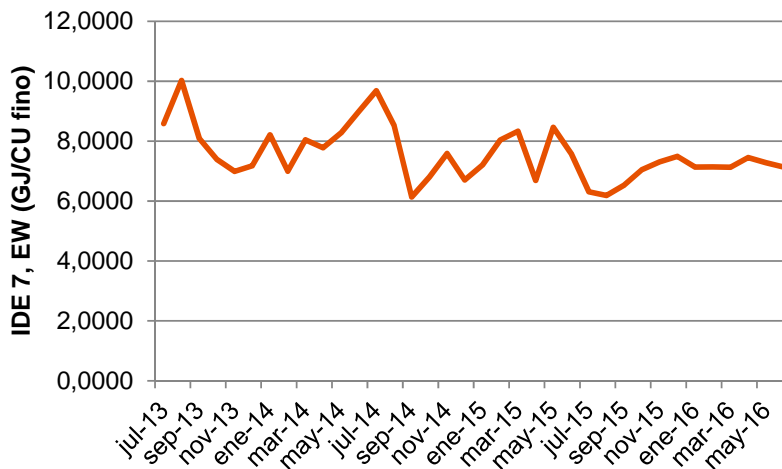


Figure 15: Distribución mensual IDE7 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Correlación entre variables: 0,61.

IDE 8 Combustible EW v/s Cu fino

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación.

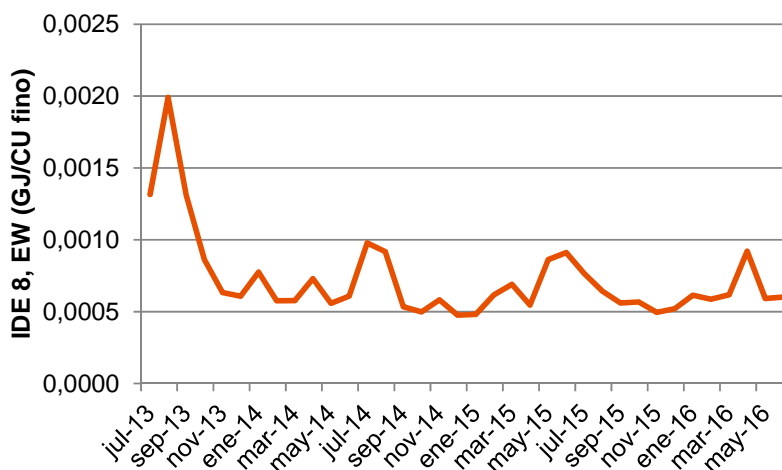


Figure 16: Distribución mensual IDE 8 para los años fiscales 2014, 2015 y 2016.

Al realizar una correlación lineal entre el consumo de energía térmica del área EW y las toneladas de cobre fino, ésta es de 0,04, a raíz de lo cual se puede concluir que el IDE no es representativo de la realidad del proceso.

IDE 9 Combustible Mina v/s km recorridos por toneladas movidas

La variación mensual de este indicador entre julio 2013 y junio 2016 se muestra a continuación:

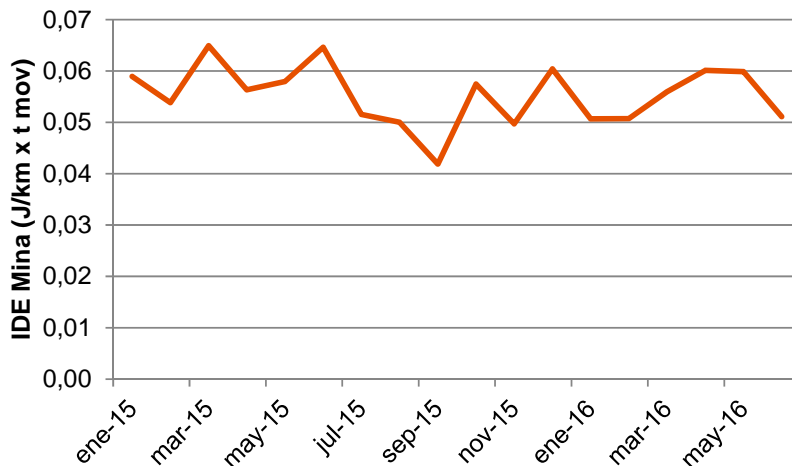


Figure 17: Distribución mensual IDE 9.

Al realizar una correlación lineal entre el consumo de combustible en unidades de energía del área Mina, proveniente del uso de combustible y los kilómetros recorridos de camiones por las toneladas movidas por estos, se puede apreciar en el gráfico siguiente que no existe correlación entre las variables, con un coeficiente de correlación R^2 igual a 0,25.

De lo anterior, se hace necesario definir un IDE adecuado para el uso de combustible diésel en los camiones para el movimiento de material, que considere otras variables que estén actuando sobre el mismo.

En base al análisis anterior Minera Spence continuará con el seguimiento y mejoramiento de los indicadores que han demostrado mejores correlaciones entre variables, a saber, IDE2, IDE5, IDE7.

El mejoramiento considerará:

- Re-validación de IDEs con los diferentes actores involucrados.
- Definir una metodología de validación de datos, con el fin de no incorporar aquellos que pueden disminuir la correlación.
- Identificar otras variables que pueden influir en el uso de energía de los procesos.
- Implementar los nuevos IDEs y monitorear la evolución de sus resultados.

Equipos consumidores de energía

A solicitud de la autoridad, se presenta un detalle de los principales equipos consumidores de energía en Minera Spence.

Equipos Mina

Tabla 7 Equipos mina

Equipo	Descripción	Cantidad
Camiones Mina	Modelos Caterpillar 793F, 793 C y 789	40
Palas Eléctricas	Tipo de excavadora frontal	3
Cargadores frontales	Se emplea para cargar camiones con materiales.	4
Bulldozer	Se utiliza principalmente para el movimiento de tierras, de excavación y empuje de otras máquinas.	9
Aguateros	Corresponde a camiones cisterna.	2
Wheeldozer	Tractores de ruedas (equipos auxiliares)	4

Equipos Área Seca

Tabla 8 Equipos Área Seca

Equipo	Cantidad
Chancador primario	1
Harnero	4
Chancador secundario	1
Chancador terciario	3
Circuito de correas	1
Tambores aglomeradores	4
Tren apilamiento	1

Equipos Área Húmeda

Tabla 9 Equipos área húmeda

Equipo	Descripción	Cantidad
Rectificadores	Existen 4 grupos con dos rectificadores de corriente continua, de 20kA, 230 V cada uno.	8

Tabla 10 Equipos área húmeda

Equipo	Descripción	Cantidad
Calentadores	Asisten al sistema de calentamiento de electrolito.	5

Equipos Área Campamento y casino

Tabla 11 Equipos campamento

Equipo	Cantidad
Termos eléctricos	312
Postes de iluminación	102
Aire acondicionado Split	2.105

4. Iniciativas de eficiencia energética

A modo de resumen, se presenta un listado de los proyectos de eficiencia energética informados en calidad de implementados al Ministerio de Energía en 2015.

Tabla 12.- Proyectos implementados e informados al Ministerio 2015.

Área	Proyecto	Descripción	Año implementación
Campamento	Instalación solar para calentamiento de agua en campamento	Instalación termo-solar híbrido con gas para el calentamiento de agua caliente sanitaria (ACS) en 4 pabellones del campamento.	2012
EW	LIX-SX-EW	Detección infrarroja de cortocircuitos en EW	2013
EW	Plan de desborre y mantenimiento integral de celdas en EW	Mantener las celdas de EW libre de impurezas, aumentando la eficiencia del proceso y disminuyendo el consumo energético	2015

A los proyectos señalados anteriormente, Minera Spence puede informar en este reporte que ha implementado las siguientes iniciativas adicionales, posteriores a 2015:

Tabla 13.- Proyectos de eficiencia energéticas implementados posterior a 2015

Medida	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción
1	Área mina	Aumento de ciclo de camiones descargando en chancador primario. Implementado a comienzos del año 2017	Al aumentar el ciclo de camiones, se optimiza el consumo de energía eléctrica, al trabajar con tasa llena, permitiendo que el motor de chancado primario trabaje a valor nominal, lo cual mejora el factor de potencia y permite que a un mismo consumo de combustible petróleo diésel en los camiones, se logre producir mayor cantidad de material chancado.
2	Área SX-EW	Mantenimiento de sistemas de calentamiento electrolítico. Implementado en Oct-Nov 16	Mantenimiento mayor integral (limpieza de tubos, quemadores, pipping, IC, etc.) en los 2 calentadores de mayor tamaño. El incremento del mantenimiento favorece la mejora del rendimiento, lo que además de favorecer la reducción del consumo de energía, fomenta la mejora del proceso productivo.
3	Campamentos	Bombas de calor para ACS, 2015	Implementación de un sistema de bombas de calor para agua caliente sanitaria en el sector CB20 en el 2015 (16 con BC y 16 con sistema eléctrico). Existen mediciones independientes para bombas de calor y calentamiento eléctrico.

5. Seguimiento de medidas de EE

Medidas comprometidas al Ministerio de Energía - 2015

En la tabla siguiente, Minera Spence presenta el status de las medidas de eficiencia energética propuestas a la autoridad en 2015:

Tabla 14.- Seguimiento de medidas de EE.

Medida	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción	Implementado	Justificación / Comentarios
1	General	Gestión, monitoreo y análisis para establecimiento de metas para ahorro energético.	Establecimiento de herramienta de gestión para medir el consumo de energía y otras variables en línea que permita la obtención de Indicadores de Uso de Energía (IUE), análisis de la data histórica y el correcto establecimiento de metas de ahorro para las operaciones.	Parcialmente	Hoy en día el 70% de los consumos de energía eléctrica son medidos directamente. Se están cotizando más puntos de medición para lograr que el 100% de los consumos cuenten con medición directa. Actualmente el sistema no centraliza los consumos de energía térmica.
2	Área mina	Incremento en el factor de carga de los camiones	Al aumentar la cantidad de material en cada viaje camión se espera que el número total de viajes se reduzca, ahorrando consumo de combustible petróleo diésel.	No	Actualmente el factor de carga se encuentra en el punto óptimo. Esta iniciativa se complementa con la iniciativa de aumento de ciclo de camiones descargando en chancador primario descrita en la Tabla 16
3	Área seca	Polines de bajo roce y cintas de baja rodadura	Se estima un ahorro energético por cambio a polines de bajo roce, por cambio de cinta de baja rodadura en correas horizontales, y por cambio de cinta en correas de alta con pendiente.	No	Proyecto pospuesto por limitaciones técnicas.
4	Área mina	Uso de Software Mine Care para gestión de flota de camiones	Realizar gestión sobre la flota de camiones, optimizando la utilización de aquellas máquinas que presenten mejores condiciones, y derivando a mantención previo a la falla de algún vehículo.	Si	Sistema implementado en la flota de camiones Caterpillar modelo 793 de la serie C y D; aún no implementado en la serie F. Actualmente se está ejecutando una actualización del software a la versión 2.6.

Medida	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción	Implementado	Justificación / Comentarios
5	Área Mina	Incrementar el uso de aceite de descarte en tronaduras	Incrementar el actual uso de aceite de descarte, que se utiliza en conjunto con petróleo diésel como parte de la mezcla para explosivos en las tronaduras.	Postergado	Proyecto pospuesto por evaluación económica.
6	Área SX-EW	Sistema de ajuste automático de puntos óptimos de aire para combustión en calderas	Se puede lograr una mejor relación oxígeno / combustible instalando un control automático (PID) de lazo cerrado en función del oxígeno a la salida de las calderas.	No	Reemplazada por mantenimiento integral (ver Tabla 12)
7	General	Mejoramiento de luminarias	Reemplazo de las actuales luminarias del área campamento por luminarias de tecnología LED.	Si	Se reemplazaron 50 luminarias de sodio de alta presión por postes solares LED. Existe una brecha en la implementación de una metodología de medición de los ahorros.
8	Área SX-EW	Mejora del actual sistema de control calentamiento electrolito	Se controlará la temperatura del electrolito rico que ingresa al circuito EW y a través de los lazos y sistemas de válvulas, se regulará el flujo de agua caliente a los intercambiadores de calor respectivos, de modo de controlar la transferencia de calor. Con esta iniciativa se espera reducir los eventos de calentamiento del Electrolito por sobre su setpoint, y así reducir/minimizar las pérdidas.	Si	Sistema implementado desde finales de 2015. En la actualidad funciona de manera semi-automática. Existe una brecha en la implementación de medición y verificación de ahorros.
9	Campamento	Uso de energía solar para suplir de agua caliente al campamento	Actualmente el calentamiento de agua sanitaria (ACS) se realiza mediante sistemas eléctricos para 2008 personas. Este proceso puede ser cubierto en un 80% por sistemas termo-solares.	Si	Se implementó en los nuevos anillos de campamento, llamados PQRS (4) y son del tipo solar con gas licuado como respaldo. Existe una brecha en la implementación de una metodología de medición de los ahorros.

Medida	Área/Sitio	Oportunidades eficiencia energética	Descripción	Implementado	Justificación / Comentarios
10	Área SX-EW	Uso de energía solar para calentar agua requerida en EW	Actualmente el calentamiento del electrolito se realiza a través de calderas de combustión diésel. La propuesta es utilizar un sistema termo solar parabólico.	No	Evaluación se realizará durante el año 2017.

6. Gestión de Energía

Respecto de la implementación de un SGE, durante el proceso del mismo, se conformará un equipo que incluya cargos que sean transversales a la organización e incluyan representantes de las principales áreas que afectan el desempeño energético. Esto asegurará contar con un mecanismo eficaz para involucrar diferentes partes de la organización en la planificación, implementación y mantenimiento del SGE.

A continuación, se presenta el esquema del Equipo de Gestión de Energía en Minera Spence:

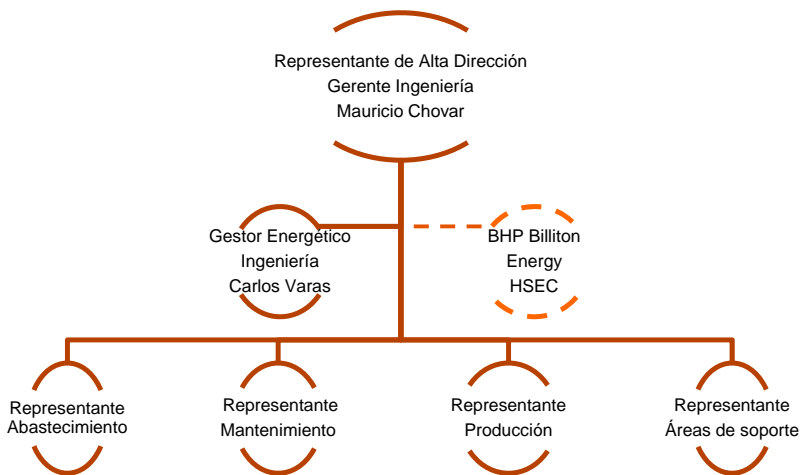


Figure 18: Organigrama propuesto del Equipo de Energía.

Las responsabilidades que se asignarán al equipo del SGE serán:

Tabla 15: Responsabilidades del Equipo de Gestión de Energía

Responsabilidades del Equipo Gestión de Energías
<ul style="list-style-type: none"> • Asesorar a la Alta Dirección en temas energéticos • Analizar los consumos de energía en las distintas áreas, así como proponer y recopilar las propuestas o ideas de ahorro • Presentar y evaluar la implementación del SGE al resto de la empresa • Revisar los resultados de la auditoría interna y de las acciones correctivas • Usar herramientas de gestión • Revisar anomalías en el límite de control del indicador de desempeño energético (IDE) • Programar reuniones periódicas del equipo (trimestrales)

Cabe mencionar que los integrantes del Equipo de Gestión de Energía, representantes de las distintas áreas operativas, serán designados en el corto plazo.

Los datos de contacto relevantes son los siguientes:

- **Representante de Alta Dirección:** Mauricio Chovar, Gerente de Ingeniería (Mauricio.Chovar@bhpbilliton.com)
- **Gestor Energético:** Carlos Varas, Ingeniero Senior Soporte Técnico, Gerencia de Ingeniería (carlos.m.varas@bhpbilliton.com)

Las responsabilidades del Gestor Energético incluyen:

Tabla 16: Responsabilidades del Gestor Energético

Responsabilidades del Gestor Energético
<ul style="list-style-type: none"> • Dialogar con el representante de la Alta Dirección con el fin de incorporar en conjunto los objetivos definidos para la gestión energética en la estrategia global de gestión de la calidad. Ejecutar efectivamente los cambios exigidos por la política energética en la empresa. • Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía en la organización. • Apoyar al Representante de la Alta Dirección la elaboración de un sistema de información para que los responsables de todos los departamentos estén en conocimiento de los objetivos anuales de gestión energética y del estado actual de cumplimiento de dichos objetivos en su área de responsabilidad. El propósito de esta tarea es fortalecer la cooperación y el sentimiento de responsabilidad compartida entre todos los participantes con el fin de alcanzar los objetivos definidos. • Verificar el consumo de energía mediante el monitoreo periódico de los indicadores energéticos definidos en el sistema de gestión.

A nivel global de BHP Billiton división Minerals Americas, centraliza la gestión a través de:

- David Páez, Senior Specialist Environment & Permits, Copper HSEC Function David.V.Paez@bhpbilliton.com
- Christian Clavería, Manager Energy, Copper Strategy & Development Christian.Claveria@bhpbilliton.com
- Bárbara Kostya, Contracts Owner, Copper Strategy & Development Barbara.Kostya@bhpbilliton.com

Alcance y límites del SGE

Minera Spence cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental (en adelante SGA) implementado basado en la norma ISO 14.001:2004 y un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2008 en algunas áreas. Estas normas se encuentran certificadas.

Minera Spence planea implementar un SGE piloto en el proceso de Electrowinning, que es el más intensivo en consumo eléctrico.

Política Energética

Minera Spence cuenta con una política de desarrollo sostenible, adjunta, la cual cuenta con puntos en común a una política energética, si bien existen brechas.

En la Tabla 17 se detallan los puntos que requiere una política energética y se indica cuál de ellos están actualmente considerados en la política de desarrollo sostenible.

Política de Desarrollo Sostenible de Minera Spence

Nuestro objetivo es alcanzar el Cero Daño a las personas, nuestras comunidades y el medio ambiente, trabajando con las mejores prácticas de la industria. Sólidos principios de seguridad, conducta de negocios, actividades sociales, medioambientales y económicas, forman la base sobre la cual llevamos a cabo nuestro negocio.

Dondequiera que operemos desarrollaremos, implementaremos y mantendremos sistemas de gestión para el desarrollo sostenible que fomenten el mejoramiento continuo y aseguren que nosotros:

- no transemos nuestros valores de salud y seguridad, trabajando continuamente en reducir el potencial de riesgos y exposiciones para nuestros empleados y nuestras comunidades;
- nos comprometemos de entregar las condiciones de seguridad y salud ocupacional hacia nuestros empleados, contratistas y proveedores, comprometiéndonos al mejoramiento continuo de estas condiciones y medio ambiente de trabajo.
- sostengamos prácticas de negocios éticas y cumplamos con los requerimientos legales y otros que resulten aplicables, o los superemos cuando éstos sean menos rigurosos que los nuestros;
- respetemos y fomentemos los derechos humanos fundamentales dentro de nuestra área de influencia, respetando los derechos de los pueblos indígenas y valorando los legados culturales;
- alentemos una fuerza laboral diversa y proporcionemos un entorno laboral en el que todos sean tratados con justicia y respeto, y que permita el desarrollo de todo su potencial;
- fomentemos la participación activa de empleados, contratistas, y proveedores en materia de seguridad y salud ocupacional, para el desarrollo de conductas responsables y seguras.
- establezcamos y logremos metas, incluyendo la eficiencia energética y gases efecto invernadero, que fomenten el uso eficiente de los recursos e incluyan la reducción y prevención de la contaminación;
- mejoremos la protección de la biodiversidad mediante la evaluación y consideración de los valores ecológicos y de uso del territorio en actividades de inversión, operación y cierre;
- nos comprometamos de manera abierta, honesta, y regularmente, con nuestras autoridades y las personas que se vean afectadas por nuestras operaciones, y tomamos en cuenta sus puntos de vista y preocupaciones en la toma de nuestras decisiones;
- desarrollemos alianzas que fomenten el desarrollo sostenible de nuestras comunidades, que mejoren los beneficios económicos y sociales asociados a nuestras operaciones y que contribuyan a una mejora en su calidad de vida;
- revisemos periódicamente nuestro desempeño e informemos públicamente nuestros avances.

Evaluamos, planificamos y gestionamos nuestros impactos ambientales en todas las fases de nuestro negocio, desde la exploración hasta el desarrollo, operación y cierre de minas.

Al implementar esta Política, establecemos y ponemos todos nuestros esfuerzos en alcanzar metas que aseguran el uso eficiente de los recursos y la protección de la biodiversidad. Gestionamos los recursos con foco en el desarrollo sustentable, de acuerdo a la normativa vigente y a nuestros estándares corporativos. Con nuestras Comunidades trabajamos en iniciativas enfocadas en áreas en las que podemos hacer un aporte sustantivo y que están alineadas con las políticas públicas.



Jorge Cortés
 Gerente General
 Minera Spence

Octubre 2015

Figure 19: Política de Desarrollo Sostenible de Minera Spence.

Tabla 17: Análisis de brechas en la política de desarrollo sostenible de Minera Spence versus una política energética

Política Energética	¿Está incluido en la política de desarrollo sostenible?
Naturaleza del negocio	No se especifica textualmente las actividades que se realizan como parte del negocio
Mejoramiento continuo	Sí la incluye, faltaría agregar el componente energético.
Disponibilidad de información	Literalmente no la incluye, pero sí menciona que se comprometen de manera abierta y honesta con autoridades y personas que se vean afectada por las operaciones de Minera Spence.
Requisitos legales	Sí la incluye.
Recursos necesarios para lograr objetivos y metas	Incluye que gestiona los recursos necesarios con foco en el desarrollo sostenible.
Proporciona el marco para establecer y revisar los objetivos y metas	Proporciona el marco para metas en temas de eficiencia energética, habría que complementar para establecer además los objetivos.
Apoya la compra de productos y servicios energéticamente eficientes y de diseño de proyectos para la mejora del desempeño energético.	No la incluye.
Es documentada y comunicada a todos los niveles de la organización	Es documentada e informada públicamente.
Se revisa periódicamente y se actualizada cuando sea necesario	Incluye fecha de actualización.

A partir del análisis de brechas anterior, Minera Spence estudiará la factibilidad de implementar las recomendaciones siguientes:

- Incluir la mejora continua del desempeño energético de la organización (punto 5 de la Política de Desarrollo Sostenible)
- Explicitar el compromiso de mantener disponible la información y de los recursos necesarios para lograr los objetivos y metas energéticas.
- Explicitar que la política proporciona el marco para establecer y revisar los objetivos y metas energéticas o metas del Sistema de gestión de desarrollo sostenible, conocida internamente como Sistema de Gestión HSEC (Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Comunidad, por sus siglas en inglés).
- Incluir que la organización apoya la compra de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño de proyectos que permitan la mejora del desempeño energético.
- Explicitar que la política es comunicada a todos los niveles de la organización.

Revisión Energética

La revisión energética corresponde a la etapa de análisis del uso de energía de la organización. Esta es usada para tomar decisiones informadas sobre las acciones requeridas para el mejoramiento continuo del desempeño energético.

La revisión energética, que es la parte analítica del proceso de planificación energética, consiste en una revisión cuantitativa del uso de energía, identificación de los usos significativos y registrar oportunidades que mejoren el desempeño energético.

Análisis del uso y consumos de energía.

En el capítulo 2 de este informe se presentaron los energéticos que consume Minera Spence. Los consumos energéticos son:

- Petróleo diésel
- GLP
- Electricidad.

Se observa que Minera Spence cuenta con información histórica de los consumos y generación de cada tipo de energético, tanto por áreas y equipos principales.

Minera Spence analizará la factibilidad de implementar los mejoramientos siguientes, una vez iniciado el proceso de implementación del SGE en área piloto:

- Generar procedimientos para registrar periódicamente la información de consumos y producción de los energéticos, definiendo en detalle cuáles son los energéticos consumidos por los límites de batería del alcance a ser definido por el SGE.
- Realizar un levantamiento detallado de los equipos de medición de energía y su estado de calibración.
- Definir criterios para identificar las áreas y/o equipos de uso significativo de energía.

Línea Base de Energía

La línea base energética usa la información de la revisión energética para definir un periodo de referencia, el cual es utilizado para medir el desempeño energético en el tiempo. Esta línea debe ser representativa y abarcar por lo menos un ciclo completo de consumo energético, por lo general se utiliza un periodo de 12 meses. La línea base que se desarrolle es válida siempre y cuando no se realicen cambios importantes en el proceso y patrones operacionales, los consumos de energía y/o los IDE's ya no reflejen el uso y consumo de energía de la organización.

Debido a que no existe un SGE, no existe definido un período que pueda considerarse como línea base energética para Minera Spence. Esta brecha será cubierta al implementarse el SGE en área piloto.

7. Plan de Eficiencia Energética

Corto Plazo

Se considera corto plazo para aquellas iniciativas que sean posibles de realizar su análisis durante el período que finaliza en diciembre de 2017. La mayoría son acciones relacionadas a sistemas de gestión. Otros tienen mayor relación a la obtención de mediciones energéticas, que ayuden a una gestión efectiva del recurso energético.

Iniciativa	Actividades
Analizar y estudiar la factibilidad de desarrollar un SGE en un área piloto.	<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar un análisis de brechas en profundidad Establecer alcance Definir estructura del equipo con roles y perfiles Definir la línea base de energía Definir usos significativos (equipos) Definir alcances de una política
Analizar IDE que posteriormente pueden ser implementados y mejoramiento de los existentes.	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo y mejoramiento de los IDE identificados en el capítulo respectivo. Desarrollo de un IDE adecuado para el seguimiento del uso de petróleo diésel para camiones de extracción. Desarrollo de un IDE adecuado para el seguimiento del uso de petróleo diésel para calentadores EW
Desarrollar los procedimientos para realizar seguimiento de medición y verificación de resultados para las medidas de eficiencia energética implementadas	<p>Aplicables para</p> <ul style="list-style-type: none"> Medidas informadas como implementadas en el reporte 2015. Medidas adicionales implementadas con posterioridad a 2015. Otras medidas futuras.
Definir capacitaciones al personal.	<p>Evaluación de la factibilidad de contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plataforma E-learning Cursos de Sistema de Gestión Energética (ISO 50.001) Cursos de Medición y Verificación de Ahorros energéticos.
Aumentar puntos de medición de energía.	<ul style="list-style-type: none"> En base la gestión de energía deseada, definir aquellas variables consideradas de alta importancia para ser medidas. Revisar si estas mediciones ya existen, pero que no sean reportadas.
Actualizar las curvas de costo marginal de abatimiento de gases de efecto invernadero.	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar fichas de cálculo y seguimiento portfolio de proyectos de reducción de emisiones de GHG Elaborar Curvas de costo marginal de abatimiento de GHG para el portfolio de proyectos

Mediano Plazo

Se considera mediano plazo al período finalizado en diciembre 2018. Estas iniciativas requerirán de estudios más detallados que permitan realizar una evaluación técnica-económica, con el fin de determinar el pase a potenciales etapas de implementación.

Iniciativa	Actividades
Capacitación	Realizar capacitaciones en el ámbito de SGE y eficiencia energética.
Implementación de un SGE en un área piloto	Implementar SGE en área de electro-winning.
Realizar seguimiento de medición y verificación de resultados para las medidas implementadas y nuevas iniciativas futuras.	Aplicables para <ul style="list-style-type: none"> • Medidas informadas como implementadas en el reporte 2015. • Medidas adicionales implementadas con posterioridad a 2015. • Otras medidas futuras.
Aumentar puntos de medición de energía.	Definir un plan de inversión, a 5 años, para nuevos sistemas de medición que esté en línea con el plan de desarrollo de la compañía

Largo Plazo

Se considera largo al periodo finalizando diciembre 2020 o posterior. Estos son iniciativas que requerirán estudios adicionales.

Iniciativa	Actividades
Analizar la factibilidad de extender el SGE a otras áreas de la compañía	Que incluya: <ul style="list-style-type: none"> • El alcance. • Estructura del equipo con roles y perfiles. • Línea base de energía. • Usos significativos (equipos). • Política energética. • IDEs. • Capacitaciones. • Objetivos y metas. • Diseño y compras.
Realizar monitoreo de aquellas iniciativas de eficiencia energética que se hayan definido en las áreas de uso significativo de energía	Éste es un proceso continuo, centrado en la implementación de metodologías de medición y verificación de ahorros en nuevas iniciativas de eficiencia energética, posteriores a este informe, principalmente en el marco del SGE.

