



Informe de actualización del consumo energético de la minería del cobre al año 2014.

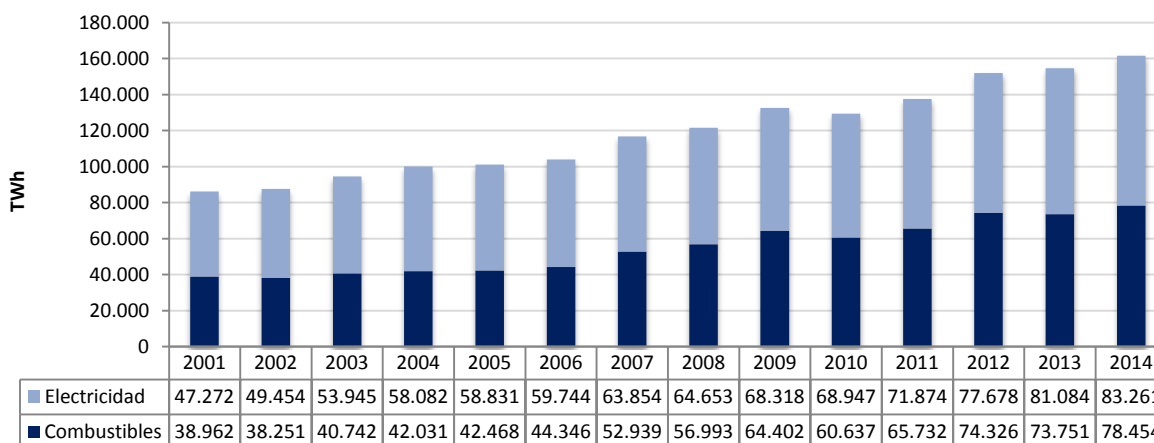
DE 03 /2015

Resumen Ejecutivo

La energía es considerada un insumo estratégico de la minería, ya que sin este recurso es imposible desarrollar la actividad. En este sentido, el suministro energético es una determinante en la sustentabilidad y competitividad de la industria. La Comisión Chilena del Cobre, en su misión de generar información y propuestas de acciones que contribuyan al desarrollo de una minería sustentable, genera las estadísticas de consumo de energía de la industria minera del cobre a nivel nacional. Esta información es suministrada a Cochilco por parte de las faenas mineras de la mediana y gran minería privada, Enami y Codelco, alcanzando una representatividad de 98% en términos de producción de cobre fino.

El año 2014 se reporta un consumo energético nacional de 161.716 TJ en la minería del cobre, lo que representa un incremento de un 4,4% respecto del año anterior. El consumo de electricidad alcanza los 83.261 TJ el año 2014. Esto representa un aumento de un 2,7% respecto del consumo anterior y su aumento se debe principalmente al incremento en el procesamiento de minerales sulfurados en concentración. Por otro lado, la minería del cobre alcanzó un consumo de energía en combustibles de 78.454 TJ en el año 2014, lo que representa un incremento de un 6,4% respecto del año 2013.

Figura 1: Consumo nacional de energía en la minería del cobre, Terajoule, 2001 – 2014



Fuente: Elaborado por Cochilco

En el caso de los combustibles, el proceso minero de mayor consumo es el mina rajo el cual alcanza 59.974 TJ, lo que representa el 76% del consumo total de combustibles. En el caso de la electricidad, la concentradora alcanza un consumo de 43.685 TJ y el procesamiento de óxidos (LxSxEw) un consumo de 20.751 TJ, lo que representa un consumo de un 52% y un 25% del consumo eléctrico minero respectivamente.

El consumo de energía total anual dividido por la producción anual de cobre es una aproximación al coeficiente unitario de consumo de energía. Este indicador permite analizar la tendencia del consumo de energía en la producción minera. De esta manera, el consumo de energía unitario aumentó desde 26,8 GJ/TMF en 2013 hasta 28,8 GJ/TMF en 2014, lo que representa un aumento de un 7%. Sin embargo, este incremento queda determinado por las leyes de cobre del mineral tratado.

El consumo unitario de electricidad de la concentradora alcanza 80,3 MJ/TM mineral procesado, lo que corresponde solo a un aumento de un 0,8% respecto del consumo unitario del año 2013 que alcanzó los 79,7 MJ/TM mineral procesado. Por otro lado, el consumo unitario de combustibles en mina rajo alcanza un 57,8 MJ/TM mineral extraído en el año 2014, lo que representa un aumento de un 0,7% respecto del año anterior que alcanzó un consumo unitario de 57,4 MJ/TM mineral extraído.

Por otro lado el consumo de unitario de electricidad para el caso del proceso hidrometalúrgico de LXSXEW alcanza los 12.086 MJ/ TMF Cu en el año 2014, lo que representa un aumento de un 4,1% respecto del año 2013 que alcanzó los 11.613 MJ/ TMF Cu.

El aumento en el consumo de electricidad total es liderado por el proceso de concentración el cual aumenta proporcionalmente al aumento de mineral procesado. Por otro lado, el aumento en el consumo de combustibles en mina rajo, respecto del año 2013, se debe principalmente al aumento de mineral transportado así como también a incrementos marginales debido al aumento de las distancias de acarreo y profundidad relativa de los yacimientos explotados.



Índice

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumen Ejecutivo | I |
| 1. Introducción | 6 |
| 2. Metodología | 7 |
| 2.1. Información general y encuesta | 7 |
| 2.2. Análisis de los datos..... | 9 |
| 3. Consumo de energía de la minería del cobre a nivel nacional..... | 12 |
| 4. Consumo de combustibles de la minería del cobre | 16 |
| 5. Consumo eléctrico de la minería del cobre..... | 21 |
| 5.1. Consumo eléctrico de la minería del cobre a nivel nacional | 21 |
| 5.2. Consumo eléctrico de la minería del cobre en el sistema interconectado del norte grande y en el sistema interconectado central | 25 |
| 6. Comentarios finales..... | 30 |
| 7. Glosario..... | 31 |



Índice de figuras

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Consumo nacional de energía en la minería del cobre, Terajoule, 2001 – 2014..... | 1 |
| Figura 2: Procesos productivo de la minería del cobre..... | 8 |
| Figura 3: Tipo de energía utilizada en Minería..... | 8 |
| Figura 4: Consumo nacional de energía en la minería del cobre, Terajoule, 2001 – 2014..... | 12 |
| Figura 5: Participación de electricidad y combustibles en el consumo energético total y variación anual del consumo energético entre los años 2001 – 2014. | 13 |
| Figura 6: Evolución del consumo unitario de energía en la producción de fino en Chile en comparación con la evolución de las leyes promedio de mineral | 14 |
| Figura 7: Participación del consumo eléctrico y de energía de la minería del cobre en el consumo nacional 2001 – 2013. | 14 |
| Figura 8: Variación anual en base al año 2001 de la participación del consumo electricidad y energía de la minería en el consumo nacional, 2001 – 2013..... | 15 |
| Figura 9: Consumo de energía en base a combustibles de la minería del cobre en TJ, 2001 - 2014..... | 16 |
| Figura 10: Participación del diesel en el consumo de energía en base a combustibles en 2014. | 17 |
| Figura 11: Consumo de combustibles por proceso minero, nivel nacional 2001 – 2014. | 17 |
| Figura 12: Participación de los procesos mineros en el consumo total de energía en base a combustibles, 2001 – 2014. | 18 |
| Figura 13: Variación anual en el consumo de combustible según proceso, año base 2001 = 1..... | 19 |
| Figura 14: Consumo unitario de combustibles por tonelada de cobre fino contenido en proceso y variación anual en comparación al año base en 2001. | 20 |
| Figura 15: Consumo unitario de energía asociada a combustible según tonelada mineral procesado y variación anual en base al año 2001 | 20 |
| Figura 16: Consumo de electricidad de la minería del cobre en TJ, 2001 - 2014..... | 21 |
| Figura 17: Consumo de electricidad por proceso minero, nivel nacional 2001 – 2014..... | 22 |
| Figura 18: Participación de los procesos mineros en el consumo total de electricidad, 2001 – 2014. ... | 23 |
| Figura 19: Variación anual en el consumo de combustible según proceso, año base 2001 = 1..... | 24 |
| Figura 20: Consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino contenido en proceso y variación anual en comparación al año base en 2001. | 24 |
| Figura 21: Consumo unitario de electricidad según tonelada de mineral procesado y variación anual en base al año 2001 | 25 |
| Figura 22: Evolución del consumo de electricidad por procesos en SIC y SING | 26 |
| Figura 23: Evolución de la participación de energía eléctrica por procesos en SING y SIC..... | 27 |
| Figura 24: Variación del consumo de energía eléctrica por proceso, con respecto al año 2001 | 27 |
| Figura 25: Variación del consumo unitario por proceso de energía eléctrica por tonelada de cobre fino, con respecto al año 2001 | 28 |
| Figura 26: Variación del consumo unitario de energía eléctrica por tonelada procesada/extraída, con respecto al año 2001 | 29 |



Índice de tablas

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Muestra parcial de la encuesta <i>Producción, Energía y Recursos hídricos 2014</i> | 9 |
| Tabla 2: Coeficientes de conversión de unidades físicas de combustibles a energía | 10 |



1. Introducción

La Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) anualmente reporta el consumo de energía de la minería del cobre a través de las *Estadísticas de consumo de energía del cobre* y a través del presente informe, enmarcado dentro de una línea de trabajo permanente desde el año 2001. En este sentido, este informe tiene por objetivo analizar el consumo global de combustibles y energía incurridos por la minería del cobre, así como también un análisis y evolución de sus consumos unitarios desde el año 2001.

Los datos analizados el año 2015 corresponden a información reportada por las 44 faenas productoras de cobre más importantes del país, así como también de las fundiciones y refinerías existentes. Los datos de consumo energético, así como los de producción, son solicitados a través de la encuesta de *Producción; Consumo de Agua y Energía*, la cual es entregada a Cochilco durante los meses de febrero y marzo de cada año. Estos datos son utilizados para determinar el consumo de electricidad de la minería a nivel nacional y efectuar una clasificación según los sistemas interconectados del norte grande y central. Adicionalmente, se analiza el consumo de combustibles total y por procesos en la minería del cobre. Por último, los datos de producción de cobre fino y material procesado, en los diferentes procesos de la minería, se utilizan para determinar los coeficientes unitarios de consumo de energía, electricidad y combustibles, en los diferentes procesos.

En el presente informe, primero, en la sección 2 se presenta la terminología usada en el informe. Luego, en la sección 3 se muestra la metodología utilizada para la recolección de la información y posterior cálculo de los consumos de energía incurridos en la minería del cobre a nivel global y unitario. En la sección 4, se presentará un análisis de consumo de energía a nivel nacional. En la sección 5, se mostrarán los resultados del consumo de combustibles en la minería del cobre hasta el año 2014. En la sección 6, primero se mostrarán los resultados del consumo eléctrico a nivel nacional y un análisis de su evolución, para luego analizar los resultados del consumo eléctrico en el sistema interconectado del norte grande y en el sistema interconectado central. Por último en la sección 7 se efectúan comentarios finales del informe.



2. Metodología

La metodología se puede resumir en dos partes. Primero, se consultan datos de producción, consumo de energía y agua por proceso minero a las principales faenas operativas que se encuentran dentro de la cadena principal de valor de la minería. Segundo, en base a la información suministrada por las operaciones mineras se determinan los consumos globales y unitarios de energía de electricidad y combustibles por procesos a nivel nacional. La metodología puede resumirse en los siguientes pasos:

- Se consultan los datos directamente a las empresas mediante la “Encuesta de producción, energía y recursos hídricos”.
- En base a la información suministrada por las empresas mineras, se calculan los consumos y los respectivos coeficientes unitarios de energía. Para el país se calculan tanto para combustibles como energía eléctrica, mientras que para energía eléctrica se detalla por el SING y SIC.
- Los consumos de energía se presentan en terajoules (TJ) y los consumos unitarios en megajoules divididos en toneladas métricas (MJ/TM).

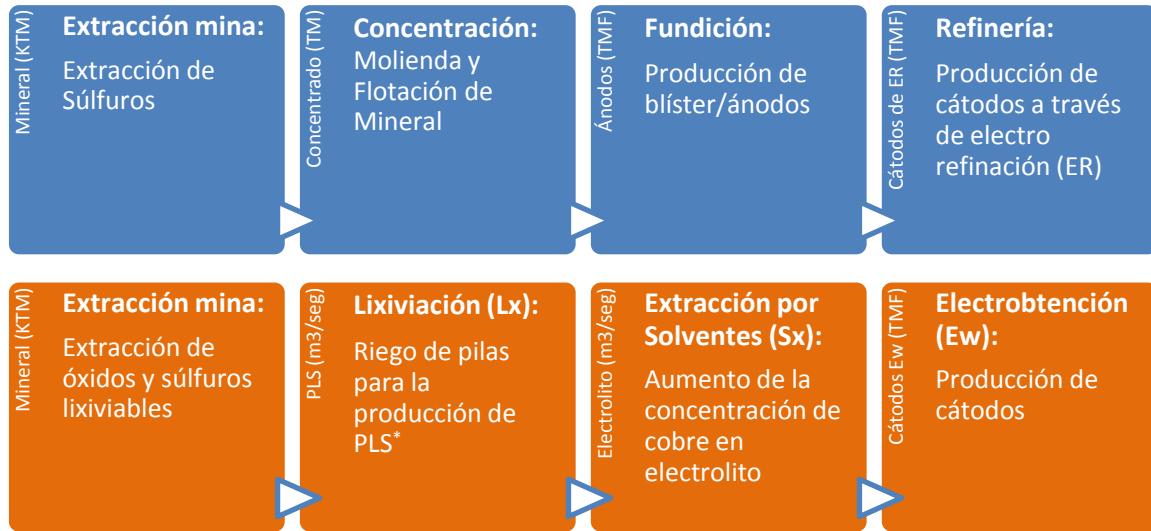
2.1. Información general y encuesta

Se identifican dos líneas de producción de cobre de acuerdo al mineral procesado. Primero, se identifica el procesamiento de minerales sulfurados, los cuales siguen una línea de producción de flotación, concentración y posterior extracción pirometalúrgica. Por otro lado, los minerales oxidados, y algunas especies minerales sulfuradas, siguen una línea de lixiviación o de hidrometalurgia para la obtención de cobre. Los principales procesos productivos de los minerales sulfurados son los de extracción mina, concentración, fundición y refinación. Por otro lado, las principales procesos involucrados en la extracción de cobre desde minerales oxidados son: extracción mina, lixiviación, extracción por solventes y electro obtención. Adicionalmente, en la figura 2, se muestran de manera vertical en cada una de las casillas el producto, y sus respectivas unidades, de cada uno de los procesos (ver Figura 2).

Aunque no se muestra en la figura 2 en el presente informe se reconoce el proceso de Servicios, que como se indica en la terminología corresponde a la suma de aquellas actividades que no se encuentran incluidas dentro de los procesos de la cadena de valor principal, pero que son necesarias para llevar a cabo la producción minera. En este ítem se encuentra contemplado el consumo de energía debido a la impulsión y desalación de agua.



Figura 2: Procesos productivo de la minería del cobre

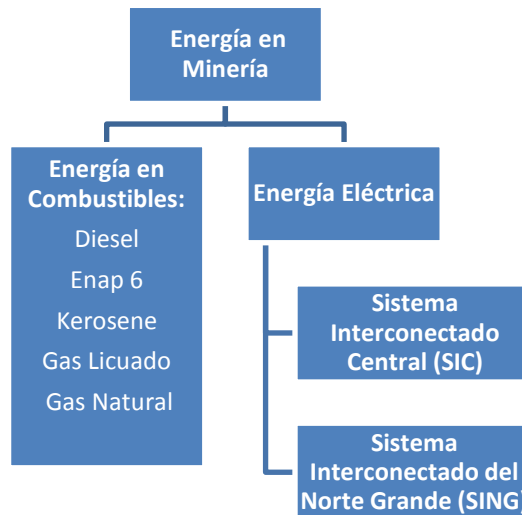


* Pregnant Leach Solution (PLS)

Fuente: Elaborado por Cochilco

Las principales fuentes de abastecimiento energético de la minería son la electricidad de los sistemas interconectados y los combustibles. Se identifican los sistemas interconectados del norte grande (SING) y central (SIC). En el presente informe se reconoce la energía utilizada en combustibles a través del uso de: Carbón, Gasolina, Diesel, Enap 6, Kerosene, Gas Licuado, Gas Natural, Leña y Butano.

Figura 3: Tipo de energía utilizada en Minería



Fuente: Elaborado por Cochilco

La información para determinar los consumos de energía se efectúan a través de la encuesta de Producción, energía y recurso hídrico. Esta encuesta recoge información de producción de los principales procesos productivos, identificando los insumos minerales, así como también identifica



sus productos y sus principales características. Por ejemplo, en el caso de extracción mina, se reportan las cantidades, en kilo toneladas métricas, de mineral y lastre extraído y sus respectivas leyes minerales; así también, en el caso de la concentración de mineral se consulta el mineral procesado y la cantidad de concentrado producido y sus respectivas leyes. Los diferentes procesos productivos se asocian a preguntas referentes a las cantidades de energía eléctrica consumida, cantidades de combustibles (en unidades físicas, por ejemplo m³ de diesel) y el agua total consumida y reciclada por procesos. Con motivo de ejemplificar algunos de los datos consultados en la encuesta de muestra la Tabla 1 donde se indica una fracción de la sección de producción de la encuesta de Producción, Energía y Recursos Hídricos.

Tabla 1: Muestra parcial de la encuesta *Producción, Energía y Recursos hídricos 2014*.

| Mina rajo abierto | Unidad | 2014 |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| Material Extraído | | |
| Mineral extraído (a planta, lix., a stock pile, etc.) | KTM | |
| Lastre Extraído | KTM | |
| Ley del Mineral | | |
| Mineral extraído (a planta, lix., a stock pile, etc.) | % | |
| ley lastre | % | |
| Planta concentradora | Unidad | 2014 |
| Mineral Procesado | TMS | |
| Concentrado Producido | TMS | |
| Ley de Cu del Mineral | % | |
| Ley de Cu del Concentrado | % | |
| % de recuperación en Concentración | % | |
| LXSXEW | Unidad | 2014 |
| Mineral Lixiviable Tratado | KTM | |
| Ley Cu Mineral Lixiviable | % | |
| Recuperación en Lixiviación | % | |
| Producción de Cátodos SX-EW | TMF | |

Fuente: Elaborado por Cochilco

El año 2014 se encuestaron un total de 44 operaciones mineras, entre las que se encuentran minas, fundiciones y refinерías, las que representan un 97,6% de la producción de cobre fino a nivel nacional. En el caso de las 22 operaciones del sistema SING que contestaron satisfactoriamente la encuesta estas alcanzan el 97,6% de la producción de cobre fino, mientras que las 22 faenas del sistema interconectado SIC alcanza un 95,5% de representatividad en términos de producción de cobre fino en relación al total reportado en este sistema.

Las tablas con información detallada que son base para los cálculos, gráficos y análisis para este informe se encuentran disponibles en la página web de Cochilco (www.cochilco.cl) en la sección Estadísticas de Energía y GEI.

2.2. Análisis de los datos

Una vez recibidos las encuestas de las faenas mineras consideradas en este informe, la producción de 97,6% alcanzada, es extrapolada y escalada a un 100%. Esto significa que los consumos de energía, a nivel global y por procesos son escalados en una fracción proporcional para alcanzar el

100% de producción de cobre a nivel nacional de acuerdo los datos de producción recogidos por Cochilco durante el año 2014 en contraste con los datos de la encuesta.

En el caso de la extrapolación de los datos en consumo de energía eléctrica global es sencillo ya que en primera instancia los consumos son agrupados según procesos, luego agregados a nivel nacional para luego ser escalados. En el caso de los combustibles, primero se deben transformar las unidades físicas consumidas reportadas en la encuesta a unidades energéticas; en este caso megajoule. Cada combustible reportado en las encuestas sobre el su consumo en las faenas mineras es transformado a unidades equivalentes energéticas según la tabla 2 que considera el estado del arte de la tecnología dentro de la industria minera y factor energético de los combustibles.

Tabla 2: Coeficientes de conversión de unidades físicas de combustibles a energía

| Combustible | Unidad | Cantidad | Energía Útil (Megajoule, MJ) |
|-------------|--------|----------|---------------------------------|
| Carbón | Kg | 1 | 29 |
| Gasolina | M3 | 1 | 34.208 |
| Diesel | M3 | 1 | 38.309 |
| Enap 6 | t | 1 | 43.932 |
| Kerosene | M3 | 1 | 37.618 |
| Gas Licuado | Kg | 1 | 51 |
| Gas Natural | M3 | 1 | 39 |
| Leña | Kg | 1 | 15 |
| Butano | lts | 1 | 29 |

Fuente: Elaborado por Cochilco

A continuación se presentan los principales indicadores calculados para el caso de consumos de energía a través de combustibles y de electricidad.

2.2.1. Combustibles:

La energía de combustibles a nivel nacional corresponde a la sumatoria del consumo de las diferentes faenas consideradas en este informe, como se muestran en (3.1)

$$Energía\ Combustibles = \sum_i Energía\ Combustibles\ consumida_i \text{ (Petajoules)} \quad (3.1)$$

Donde i corresponde a faena minera.

El consumo unitario de combustible medido como la energía usada en el procesamiento de una tonelada de cobre fino contenido por procesos por faena se calcula como: el consumo de combustibles transformado a unidades energéticas dividido por el cobre fino contenido en el producto de dicho proceso, como se muestra en (3.2). Para los cálculos de los consumos unitarios de combustible por tonelada de cobre fino a nivel nacional por proceso, se considera que los consumos unitarios por faena sean ponderados de acuerdo a su aporte de cobre fino al total nacional según el proceso en cuestión como se muestra en (3.3).

$$\text{Cons. Unit. de Comb. x Cu Fino}_{ij} = \frac{\text{Energía Combustible consumida}_{ij} \text{ (MJ)}}{\text{Cobre fino contenido en producto, proceso}_{ij} \text{ (TMF)}} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.2)$$

$$\text{Cons. Unit. de Comb. x Cu Fino} = \sum_{ij} \text{Cons. Unit. de Comb. x Cu Fino}_{ij} \times \frac{\text{Cu Fino en Producto}_{ij}}{\text{Cu Fino en Producto}_j} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.3)$$

Donde i corresponde a faena minera, mientras que j corresponde a los diferentes procesos productivos.

Para el caso de los consumos unitarios de energía en combustibles según el material procesado se efectúa primero el cálculo del consumo unitario por faena, tomando la energía en combustibles utilizada en los procesos dividida por el material total procesado, como se muestra en (3.4). Para efectuar el cálculo del consumo unitario de combustibles por material procesado a nivel nacional, los valores unitarios son ponderados de acuerdo a la participación del material procesado por faena sobre el total nacional procesado en un proceso específico como se muestra en (3.5).

$$\text{Cons. Unit. de Comb. x Material}_{ij} = \frac{\text{Energía Combustible consumida}_{ij} \text{ (MJ)}}{\text{Material procesado, proceso}_{ij} \text{ (Ton. métricas de material)}} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.4)$$

$$\text{Cons. Unit. de Comb. x Material} = \sum_{ij} \text{Cons. Unit. de Comb. x Material}_{ij} \times \frac{\text{Material procesado}_{ij}}{\text{Material procesado}_j} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.5)$$

Donde i corresponde a faena minera, mientras que j corresponde a los diferentes procesos productivos.

2.2.2. Electricidad:

La metodología utilizada para efectuar el cálculo de los indicadores de consumo de electricidad a nivel global y unitario se presentan en (3.6), (3.7), (3.8), (3.9) y (3.10), siguiendo la misma nomenclatura presentada anteriormente.

$$\text{Energía Electricidad} = \sum_i \text{Energía Electricidad consumida}_i \text{ (Petajoules)} \quad (3.6)$$

$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Cu Fino}_{ij} = \frac{\text{Energía Electricidad consumida}_{ij} \text{ (MJ)}}{\text{Cobre fino contenido en producto, proceso}_{ij} \text{ (TMF)}} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.7)$$

$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Cu Fino} = \sum_{ij} \text{Cons. Unit. de Elec. x Cu Fino}_{ij} \times \frac{\text{Cu Fino en Producto}_{ij}}{\text{Cu Fino en Producto}_j} \text{ (MJ/TMF)} \quad (3.8)$$

$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Material}_{ij} = \frac{\text{Energía Electricidad consumida}_{ij} \text{ (MJ)}}{\text{Material procesado, proceso}_{ij} \text{ (Ton. métricas de material)}} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.9)$$

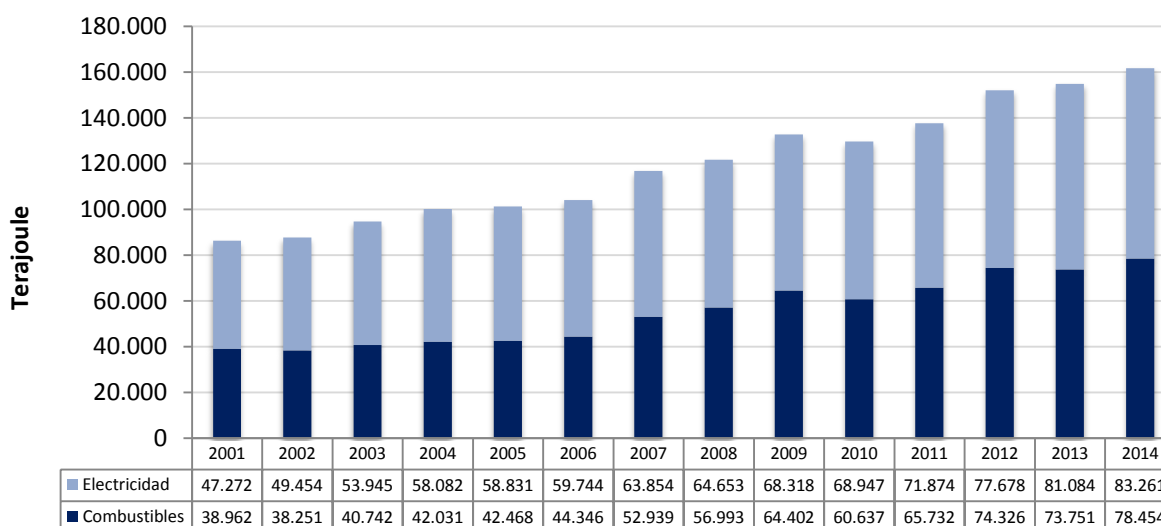
$$\text{Cons. Unit. de Elec. x Material} = \sum_{ij} \text{Cons. Unit. de Elec. x Material}_{ij} \times \frac{\text{Material procesado}_{ij}}{\text{Material procesado}_j} \text{ (MJ/TM)} \quad (3.10)$$

3. Consumo de energía de la minería del cobre a nivel nacional

En esta sección se muestra una visión general del consumo de energía en la minería del cobre en Chile. Se incluye información referente al consumo total de energía, consumo unitario por tonelada de cobre fino y su variación en comparación con el consumo energético a nivel país.

En la figura 4 se muestra un gráfico de consumo nacional de energía en la minería del cobre segmentado por el consumo de electricidad y combustibles. Se aprecia un incremento de 154.835 terajoule (TJ) en 2013 a 161.716 TJ en 2014, lo que representa un incremento de un 4,4%. En este sentido, el incremento en el consumo de electricidad fue de un 2,7% en el periodo 2013 – 2014, mientras que el aumento en el consumo de combustibles fue de un 6,4% en el mismo periodo. En el caso de los combustibles, el aumento en su consumo total se debe principalmente por mayores distancias de acarreo de la flota de camiones, el aumento de material movido, así como también por el aumento en el consumo de combustibles por la entrada en operación de una nueva mina. Por otro lado, el incremento en el consumo de energía eléctrica se debe principalmente a una mayor cantidad de cobre procesado en plantas concentradoras. Es así que como se identifica que el consumo energético total en la minería del cobre aumentó en un 85% en el periodo 2001 – 2014, donde los combustibles aumentan en un 74% y la electricidad en un 99% en el mismo periodo de tiempo.

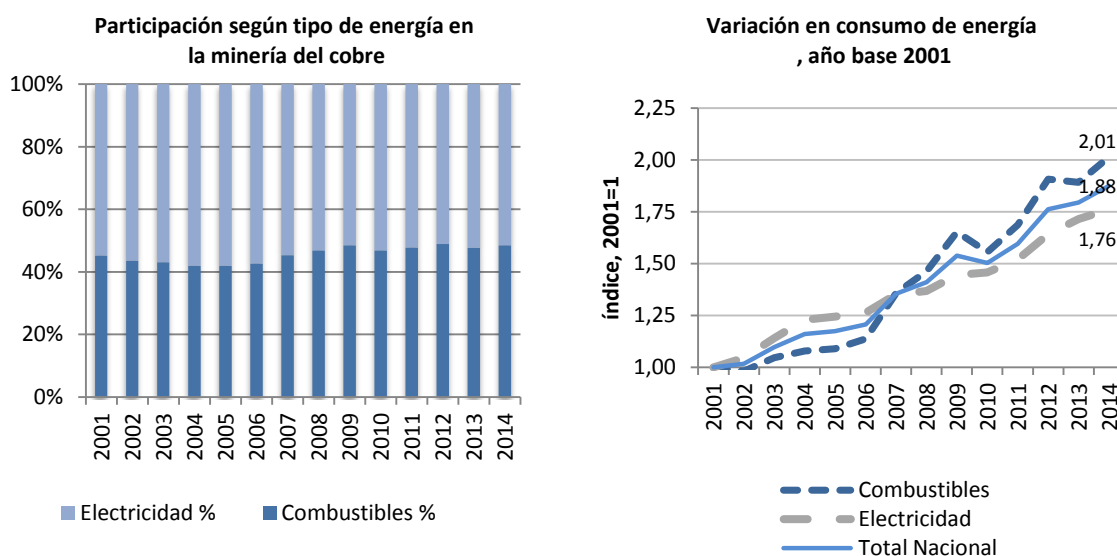
Figura 4: Consumo nacional de energía en la minería del cobre, Terajoule, 2001 – 2014.



Fuente: Elaborado por Cochilco

El año 2014 la participación del consumo de electricidad sobre el total de energía alcanza el 52%, muy similar al promedio de los últimos 4 años que alcanzó un promedio de 53%. Esto contrasta con el promedio de la participación de electricidad en el periodo de 2003-2007 donde alcanzó el 57%.

Figura 5: Participación de electricidad y combustibles en el consumo energético total y variación anual del consumo energético entre los años 2001 – 2014.

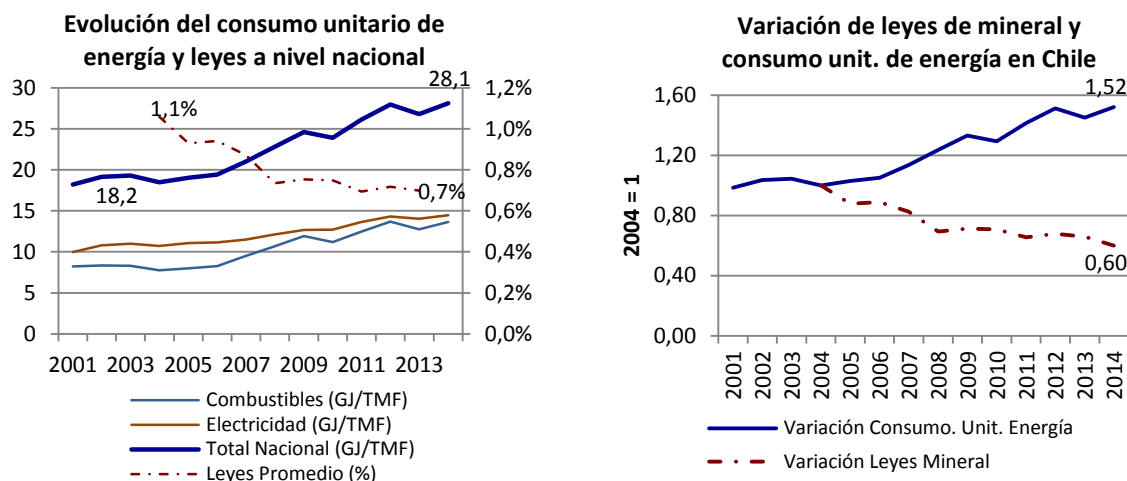


Fuente: Elaborado por Cochilco

El consumo de energía total anual dividido por la producción anual de cobre es una aproximación al coeficiente de consumo de energía unitario. Sin embargo, es una buena aproximación que permite analizar la tendencia del consumo de energía en la producción minera. De esta manera, el consumo de energía unitario aumentó desde 18,2 GJ/TMF en 2001 hasta alcanzar un consumo de 28,1 GJ/TMF en 2014, lo que representa un aumento de un 54,6%. Este aumento queda determinado por el aumento en el consumo unitario de combustibles y electricidad en la producción minera. De esta manera, el consumo de energía en base a combustibles para producir una tonelada de cobre fino, aumentó en un 66% en el periodo 2001 – 2014, mientras que el consumo de electricidad por tonelada de cobre fino producido aumentó en un 45% en el mismo periodo. (Ver gráfico izquierdo de la figura 6)

El aumento en el consumo unitario de combustibles en la producción de cobre se encuentra relacionado, en gran parte, con el envejecimiento de las minas explotadas y la disminución de las leyes de mineral. Cuando se analiza la variación anual de consumo de combustible unitario con respecto al año 2004, se determina un aumento de un 54% en el periodo 2004 - 2014. Por otro lado, las leyes de mineral en Chile han disminuido en un 40% en el mismo periodo de tiempo. De esta manera, queda patente que las leyes de mineral explotado y procesado son determinantes en el consumo de electricidad y combustibles en la minería del cobre (Ver figura 6).

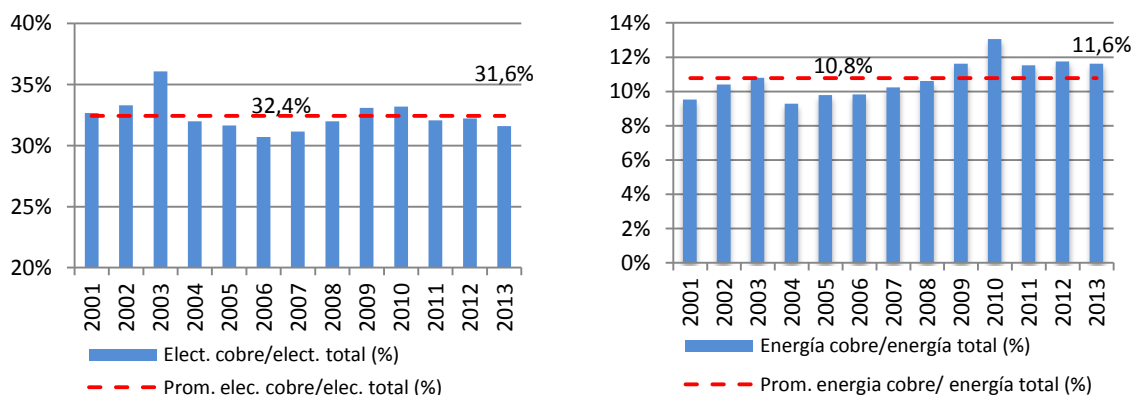
Figura 6: Evolución del consumo unitario de energía en la producción de fino en Chile en comparación con la evolución de las leyes promedio de mineral



Fuente: Elaborado por Cochilco

La minería es uno de las principales industrias consumidoras de energía. Según datos del Ministerio de Energía extraídos del Balance Nacional de Energía¹, la minería representa el 31,6% del consumo total de electricidad al año 2013, siendo de esta manera el principal consumidor de electricidad. La industria, en promedio ha representado el 32,4% del consumo de electricidad en el periodo 2001 – 2014. Por otro lado, la minería también es un importante consumidor de combustibles, y por ende del consumo total de energía a nivel país. En el periodo 2001 – 2013, la minería representó en promedio el 10,8% del consumo total de energía del país. De manera particular, el año 2013 la minería representó un 11,6% del consumo de energía a nivel nacional. (ver figura 7).

Figura 7: Participación del consumo eléctrico y de energía de la minería del cobre en el consumo nacional 2001 – 2013.



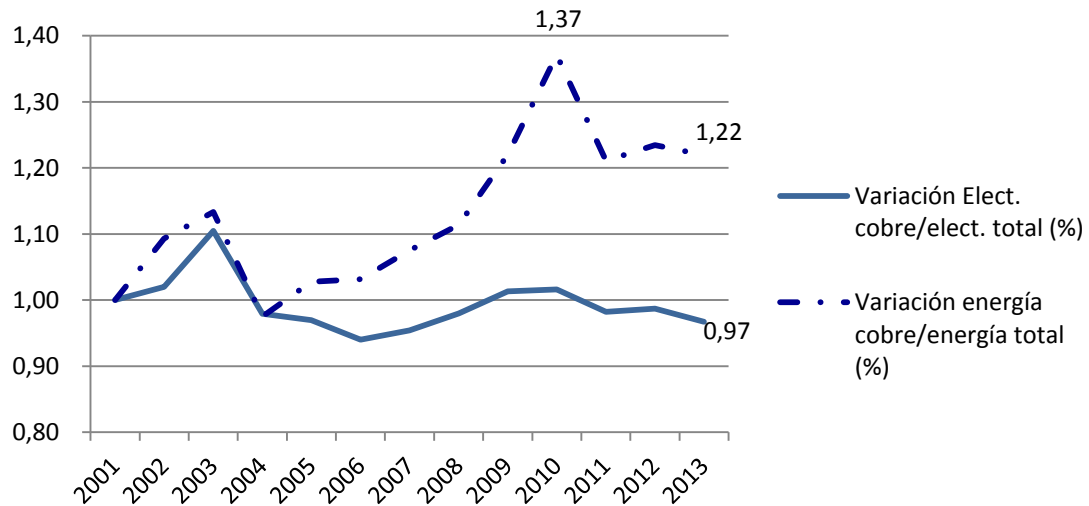
Fuente: Elaborado por Cochilco en base a datos del Ministerio de Energía.

¹ Los datos del Balance Nacional de Energía se encuentran disponibles en la página web del Ministerio de Energía, www.minenergia.cl.



Es interesante analizar como ha evolucionando la participación de la minería en el consumo nacional de electricidad y en el consumo nacional de energía. Es así como la variación total de la participación del consumo de electricidad es del -3% en el periodo 2001 – 2013. Infiriendo que el consumo eléctrico de la minería sigue una tendencia creciente similar al crecimiento del consumo eléctrico total nacional. Por otro lado, la participación de la minería en el consumo total de combustibles a nivel nacional ha sido al alza. Se identifica un aumento de un 22% en el periodo 2001 – 2013, en donde el máximo es alcanzado el año 2008 en donde existe una variación de un 37% respecto del año 2001.

Figura 8: Variación anual en base al año 2001 de la participación del consumo electricidad y energía de la minería en el consumo nacional, 2001 – 2013.



Fuente: Elaborado por Cochilco

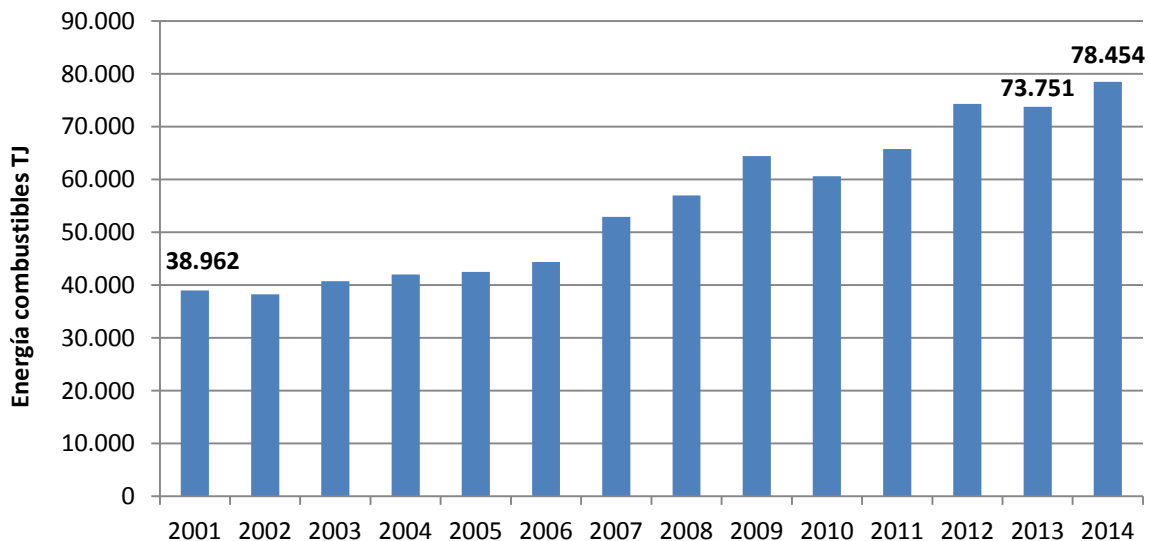


4. Consumo de combustibles de la minería del cobre

En esta sección se muestra información referente a la evolución total de energía en base a combustibles, el total de energía en combustibles por procesos y el consumo unitario de combustibles por cobre fino y por material procesado.

El año 2014 la minería alcanzó un consumo total de 78.454 terajoule (TJ) de energía en base a combustibles lo que representa un incremento de un 4,6% respecto del año 2013. Como se comentó anteriormente, este incremento se debe al ingreso en operación de una nueva faena minera, el mayor consumo debido al aumento de material removido debido a la expansión en la capacidad de procesamiento de operaciones a rajo abierto existentes, así como también al incremento en el consumo marginal asociado a la disminución de leyes de mineral y envejecimiento de la minas. El consumo de energía en base a combustibles en 2001 fue de 38.962 TJ, por lo que el consumo de combustible en 2014 corresponde a un incremento de 101%.

Figura 9: Consumo de energía en base a combustibles de la minería del cobre en TJ, 2001 - 2014

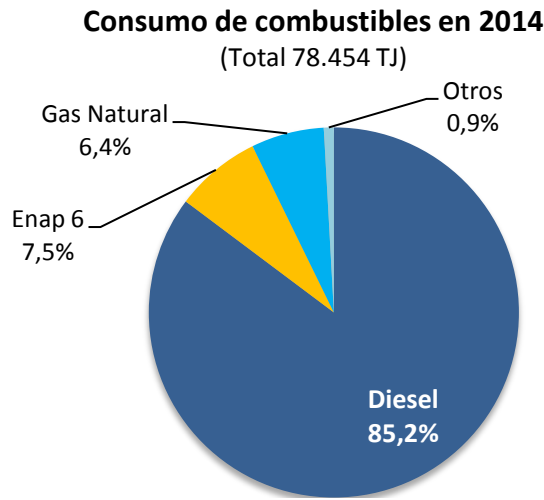


Fuente: Elaborado por Cochilco

El año 2014 el 85,2% de la energía utilizada dentro del mix de combustibles corresponde a diesel. Este combustible es usado en mayor medida en camiones de transporte de mineral y transporte de lastre en el proceso de extracción mina. Lo siguen los combustibles de enap 6 y gas natural con una participación de 7,5% y 6,4%, respectivamente, los cuales son utilizados principalmente en la generación de electricidad en servicios varios. (Ver figura 10)



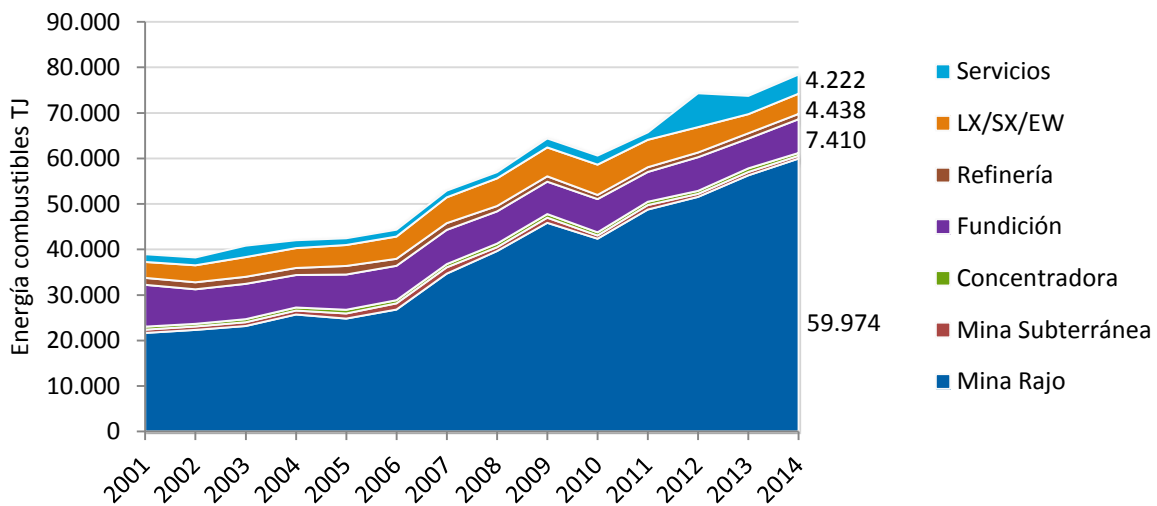
Figura 10: Participación del diesel en el consumo de energía en base a combustibles en 2014.



Fuente: Elaborado por Cochilco

Gran parte de la energía en base a combustibles usada en la minería del cobre es a través del proceso de transporte. Esto se debe a que este proceso es intensivo en el consumo de diesel. El año 2014 el consumo de energía en base a combustibles en el proceso de mina rajo fue de 59.974 TJ. El proceso de mina rajo aumentó su consumo en 2014 en un 4,6% con respecto al año 2013. Por otro lado, el proceso de fundición aumentó su consumo de energía en base a combustibles en 13,2% respecto del año 2013, alcanzando los 7.410 TJ, debido principalmente al aumento de concentrado procesado el cual lo hizo en un 11% en el periodo 2013 - 2014 (ver figura 11)

Figura 11: Consumo de combustibles por proceso minero, nivel nacional 2001 – 2014.

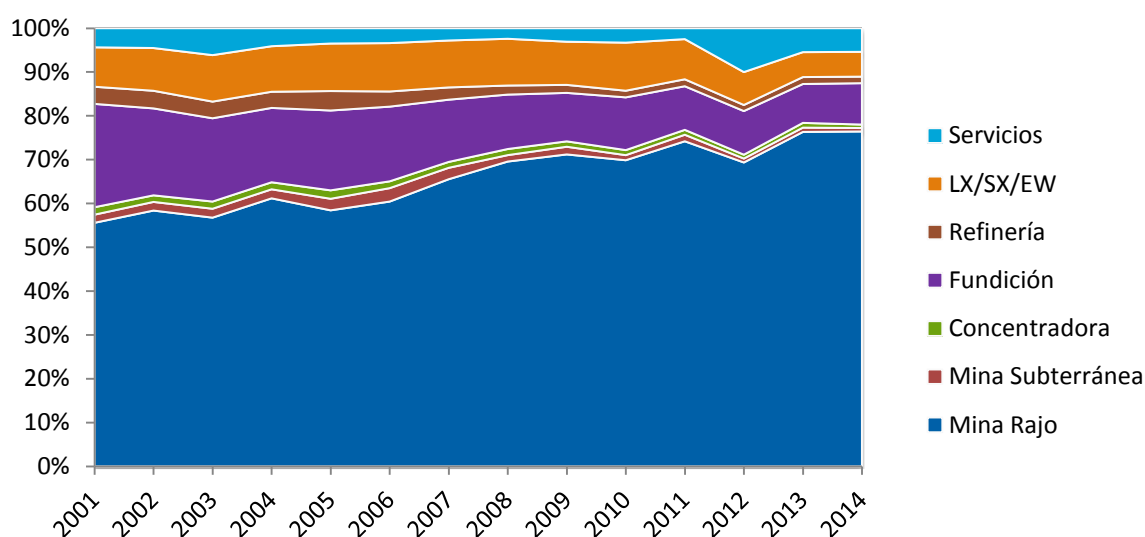


Fuente: Elaborado por Cochilco



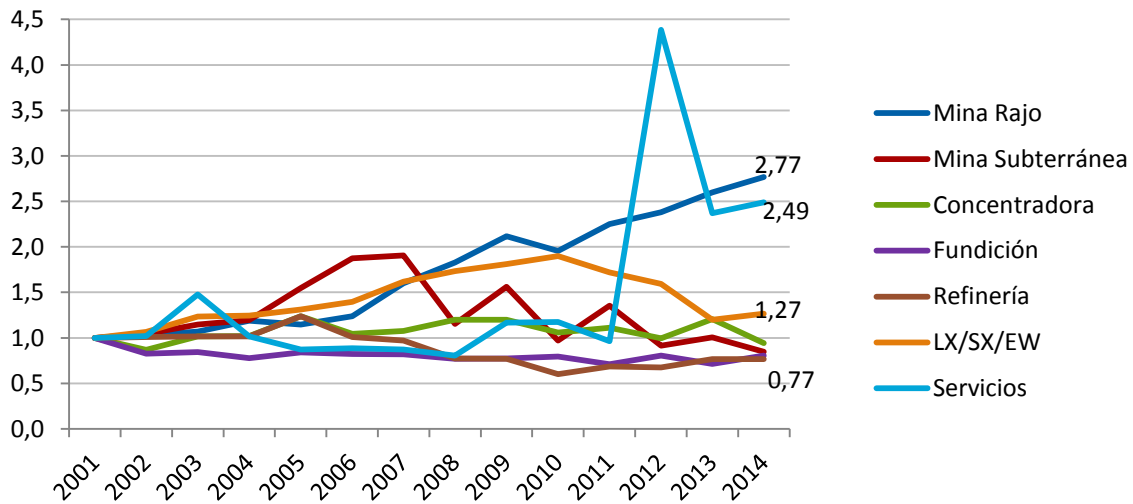
El aumento en el consumo de combustibles del proceso de mina rajo no solo ha sido en términos absolutos sino que también relativo a los demás procesos dentro de la cadena productiva minera. Es así como la participación del proceso mina rajo sobre el consumo total de energía en combustibles fue de un 56% en el año 2001, mientras que este valor se incrementa hasta alcanzar un 76% en el año 2014. Por otro lado, tanto la refinería como la fundición han reducido su participación relativa en el consumo de combustibles en el periodo 2001 – 2014 debido que no ha existido un aumento de capacidad de procesamiento, lo que incide directamente en el consumo de energía. Es así como el proceso de fundición en el consumo total de combustibles representó el 24% en 2001, mientras que en 2014 alcanzó solo un 9,5%. (ver figura 12)

Figura 12: Participación de los procesos mineros en el consumo total de energía en base a combustibles, 2001 – 2014.



Fuente: Elaborado por Cochilco

El proceso de mina rajo en el año 2014 corresponde a 2,7 veces el consumo del año 2001. El aumento en el consumo se puede dividir en dos fases. Primero en el periodo 2001 – 2006 donde su crecimiento en el consumo de combustibles corresponde a una tasa de un 4% anual. Segundo, en el periodo 2006-2014 en donde el crecimiento en el consumo de combustibles en el proceso de mina rajo ha sido más intenso alcanzado una tasa de crecimiento de un 11% anual. Por otro lado y de manera contraria, los procesos de fundición y refinería han disminuido su consumo total de combustibles cuando son comparados con el consumo alcanzado en el año 2001. Es así como para el caso del consumo de combustibles en refinería en el en el año 2001 fue de 1.524 TJ, mientras que en 2014 fue de 1.171 TJ, lo que representa una disminución de un 23%. De igual manera, en el periodo 2001 – 2014, la fundición reduce su consumo total en un 19%. (ver figura 13)

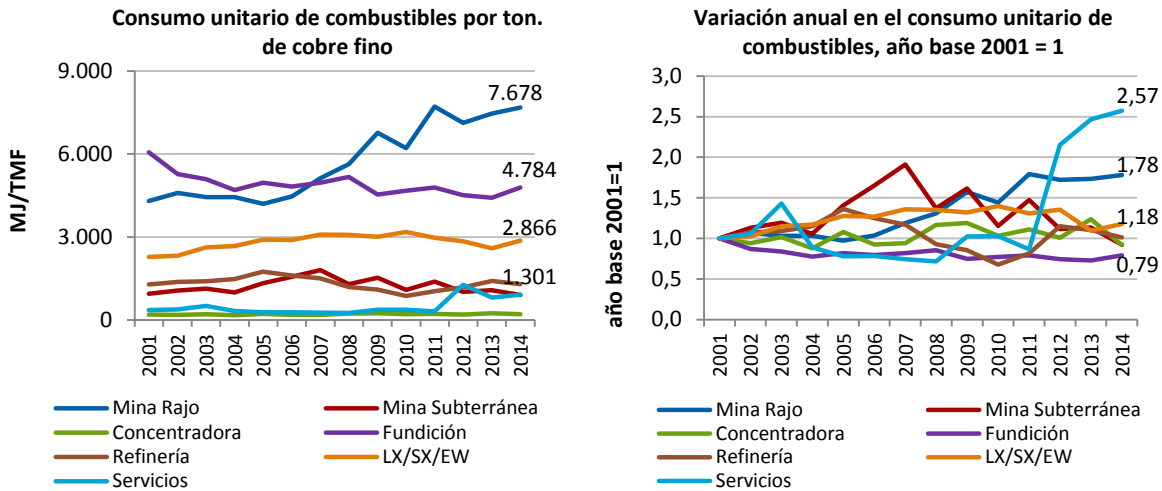
Figura 13: Variación anual en el consumo de combustible según proceso, año base 2001 = 1.

Fuente: Elaborado por Cochilco

A continuación se realizará una breve revisión de la evolución y variación de los consumos unitarios de energía en base a combustibles de la minería del cobre.

Los consumos unitarios de combustibles por tonelada de cobre fino en los procesos de concentradora, mina subterránea, refinación han sido relativamente constantes, donde no se visualizan grandes variaciones. En el caso del proceso de fundición se aprecia una disminución en el consumo unitario de combustible de un 21% en el periodo 2001 – 2014. El consumo unitario de combustible por tonelada de cobre fino en el proceso de mina rajo ha sido creciente alcanzando un aumento de un 78% en el periodo 2001 – 2014. El aumento del consumo unitario de combustibles en el caso del proceso de servicios en el periodo 2001 – 2014 es de un considerable 157%. Sin embargo, este proceso es de un bajo peso relativo, hasta la fecha, por lo que no incide mayormente en el aumento total en el consumo de combustible. Se proyecta que el consumo de energía en el proceso de servicios siga aumentando principalmente por la puesta en marcha de plantas de desalación e impulsión de agua en la minería del cobre.

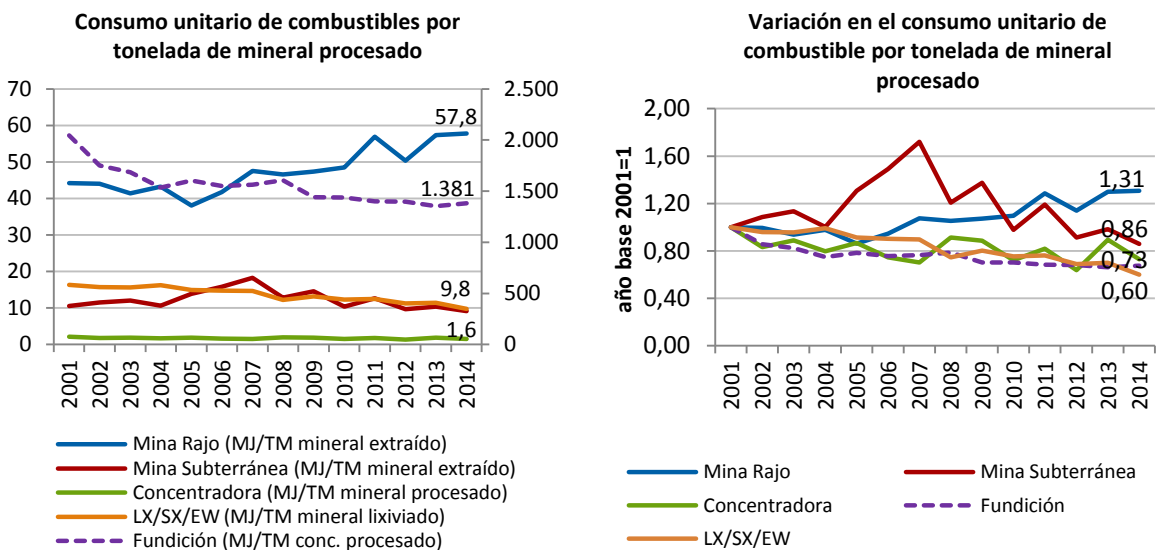
Figura 14: Consumo unitario de combustibles por tonelada de cobre fino contenido en proceso y variación anual en comparación al año base en 2001.



Fuente: Elaborado por Cochilco

Cuando se analiza el consumo unitario de energía en base a combustibles por tonelada de mineral extraído, para el caso de mina rajo, se visualiza un incremento de un 31% en el periodo 2001 – 2014. Este indicador no se encuentra sesgado por disminuciones en las leyes en el mineral extraído, por lo que el incremento en el consumo de combustible se asocia al aumento de distancias de acarreo, profundidad relativa de extracción, y posibles ineficiencias de la operación, como las principales causas. Por otro lado, los consumos unitarios de combustibles por tonelada de mineral tratado en los casos de la concentradora, lixiviación y fundición se visualizan a la baja, lo que es indicativo de mejoras operacionales o de gestión.

Figura 15: Consumo unitario de energía asociada a combustible según tonelada mineral procesado y variación anual en base al año 2001



Fuente: Elaborado por Cochilco



5. Consumo eléctrico de la minería del cobre

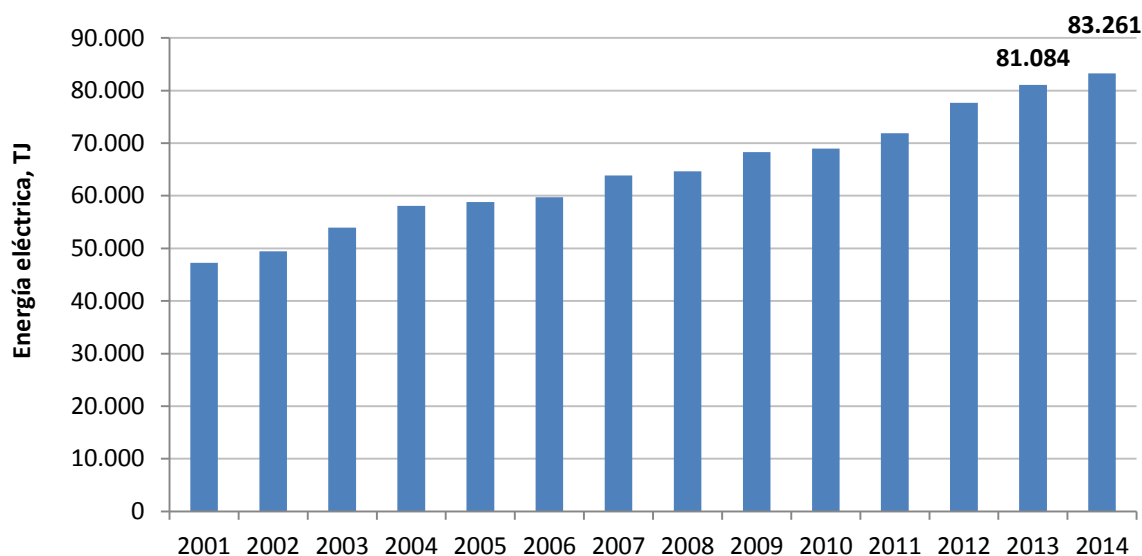
A continuación se analizará el consumo y variación anual de electricidad en la minería del cobre a nivel global, por procesos, el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre y el consumo unitario de electricidad por tonelada de mineral tratado según proceso.

En el caso de la electricidad, se realizará un análisis a nivel nacional de su consumo en la producción de cobre. Luego se realizará un análisis comparativo en el consumo de electricidad en la producción de cobre entre los sistemas interconectados del norte grande y central.

5.1. Consumo eléctrico de la minería del cobre a nivel nacional

El año 2014 la minería del cobre consumió un total de 83.261 TJ en energía eléctrica. Este consumo corresponde un incremento de un 2,7% con respecto del consumo del año 2013, que alcanzó los 81.084 TJ. El aumento en el consumo de electricidad viene dado principalmente por el aumento marginal en el consumo de las operaciones existentes, así como también por el aumento de capacidad de procesamiento de concentración a nivel nacional de las nuevas faenas mineras y proyectos de expansión puestos en operación en 2013 y 2014.

Figura 16: Consumo de electricidad de la minería del cobre en TJ, 2001 - 2014

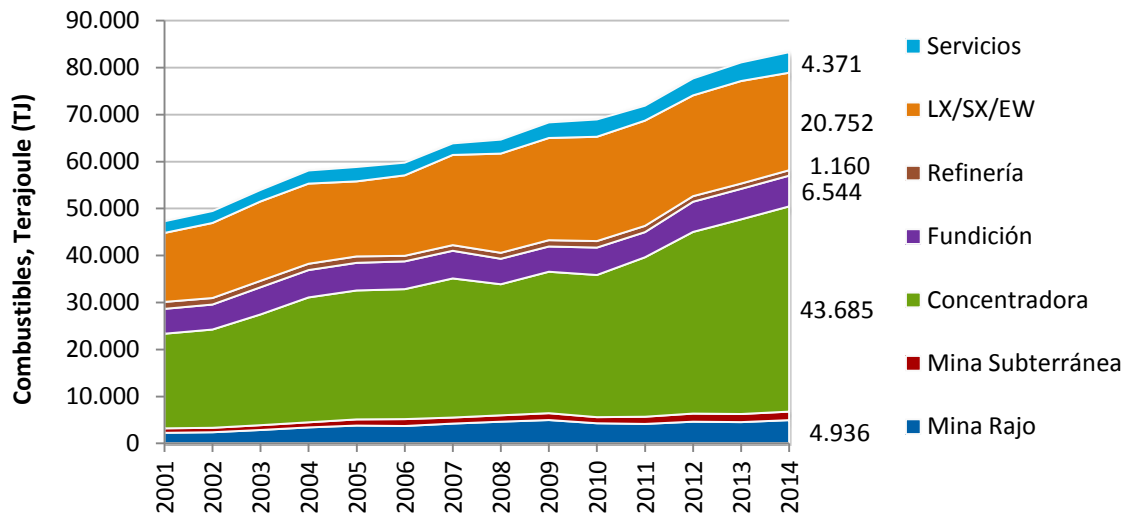


Fuente: Elaborado por Cochilco

Cuando se analiza el consumo eléctrico por proceso en la minería, se determina que el mayor incremento ocurre en el proceso de la planta concentradora el cual alcanza un aumento de consumo total un 5,4% respecto del año 2013, alcanzando los 43.685 TJ. El aumento del consumo eléctrico se relaciona con el incremento en el mineral procesado en las plantas concentradoras el cual aumentó en un 4,8% en el periodo 2013 – 2014, determinado principalmente por la puesta en marcha de nueva capacidad de procesamiento en las minas Caserones, Ministro Hales y Sierra Gorda, además de los incrementos de procesamiento de mineral alcanzados por importantes operaciones de la gran minería a través de proyectos de expansión. El segundo proceso de mayor

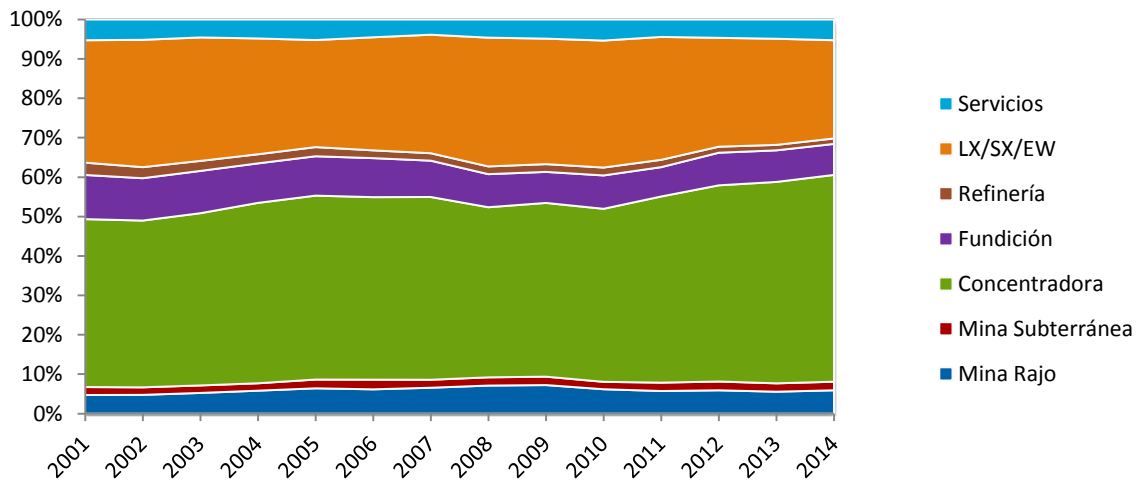
consumo eléctrico en 2014 corresponde a la lixiviación la cual alcanzó un consumo total de 20.752 TJ, lo que corresponde una disminución de 4,9% respecto del consumo total en 2013, debido en parte por la disminución de producción de cobre fino en cátodos electro obtenidos la cual disminuye en un 7,4% en el periodo 2013 – 2014. También, es importante destacar el consumo de electricidad alcanzado por los Servicios de 4.371 TJ en 2014, el cual aumentó en un 10,4% respecto del año 2013. Cabe destacar que desde el año 2012 se incluye en la encuesta de consumo energético el ítem de consumo eléctrico en plantas de impulsión y desalación de agua de mar, lo cual explica el incremento del consumo eléctrico en Servicios.

Figura 17: Consumo de electricidad por proceso minero, nivel nacional 2001 – 2014.



Fuente: Elaborado por Cochilco

En la figura 18 se muestra la evolución de la participación del consumo eléctrico por procesos. El proceso de mayor consumo, con una participación de un 52,5% en 2014 es la concentradora. La participación de este proceso en el año 2001 fue de un 43%. Por otro lado, la participación relativa del proceso de *Lixiviación-Extracción por solventes- Electro Obtención* o LXSXEW (por sus siglas en inglés) en el consumo eléctrico ha disminuido en el tiempo. Es así como el proceso LXSXEW en 2001 representaba el 31%, mientras que el año 2014 representa el 25%. Si bien el consumo de electricidad del proceso LXSXEW ha sido estable en el periodo 2008 – 2014, su participación en el consumo total de electricidad ha disminuido principalmente por el aumento en el consumo eléctrico del proceso de concentración. Los otros procesos productivos, de menor relevancia en el consumo de electricidad, han mantenido una participación relativamente estable en el periodo 2001 – 2014.

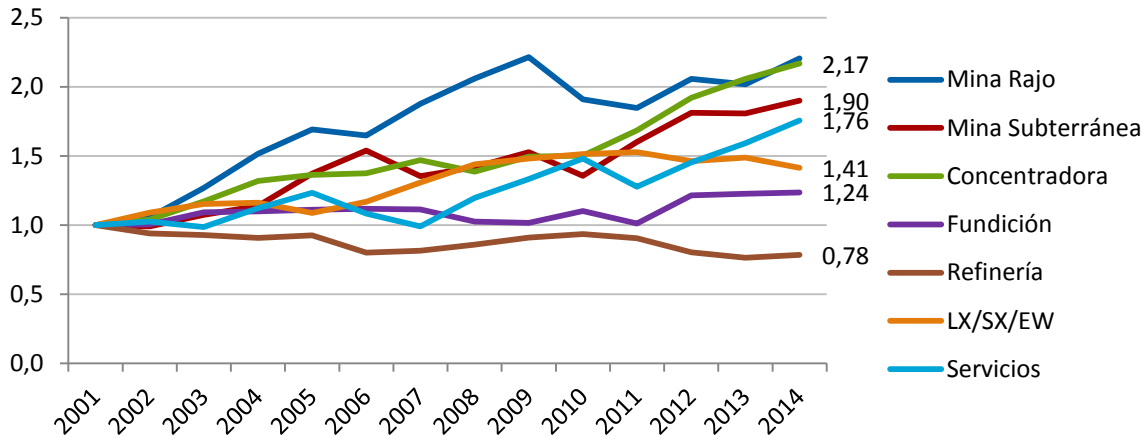
Figura 18: Participación de los procesos mineros en el consumo total de electricidad, 2001 – 2014.

Fuente: Elaborado por Cochilco

El proceso de concentración, ha aumentado su consumo en un 117% en el periodo 2001 – 2014, donde se visualiza un incremento mayor a partir del año 2010 hasta el año 2014. De esta manera el incremento en el consumo de electricidad en el periodo 2001 al año 2010 ocurre a una tasa de crecimiento promedio anual de un 4,8%, mientras que en el periodo 2010 – 2014 la de crecimiento anual es de un 7%. El proceso de LXSXEW debido a su participación en el consumo de electricidad y evolución en el consumo total también es importante de analizar. En este sentido, el proceso LXSXEW en el periodo 2001 – 2014 aumentó su consumo en un 41%, desde los 14.679 TJ hasta alcanzar 20.766 TJ en 2014; en tres periodos: 2001 – 2005 a una tasa de crecimiento anual de 8,1%, 2005 – 2009 a una tasa de crecimiento anual de 2,5% y 2009 – 2014 con una tasa de crecimiento anual de 7,0%. El consumo de electricidad en el proceso de fundición y de mina rajo alcanzando máximos históricos. En el caso de la fundición se alcanza un consumo total de 6.544 TJ en 2014, lo que es un consumo 24% mayor al alcanzado en 2001. Por su parte, el consumo de electricidad del proceso de mina rajo en 2014 es de 4.936 TJ, alcanzando un aumento de 117% respecto del consumo en 2001. (ver figura 19).



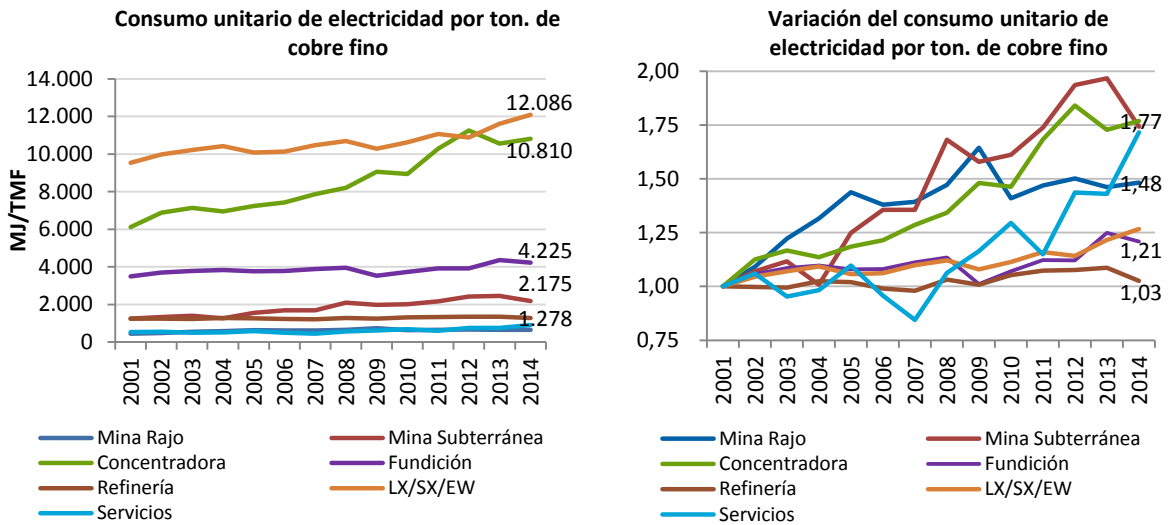
Figura 19: Variación anual en el consumo de combustible según proceso, año base 2001 = 1.



Fuente: Elaborado por Cochilco

En la figura 20 se muestran los consumos unitarios de electricidad por tonelada de cobre procesado para los diferentes procesos. El consumo unitario de electricidad en el proceso de concentración ha aumentado en un 77% en el periodo 2001 – 2014, a una tasa de crecimiento anual de un 4,4%. El aumento en el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino en el proceso de LXSXEW ha sido de un 19% en el periodo 2001 – 2014, identificando una tasa de crecimiento anual de 1,4% en el mismo periodo. El periodo 2013 – 2014 se visualiza un incremento en el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino de un 4,1%, debido a que la producción de cobre en LXSXEW disminuye en un 7,8%, mientras que el consumo de electricidad solo lo hace en un 4,3% (ver figura 20).

Figura 20: Consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino contenido en proceso y variación anual en comparación al año base en 2001.

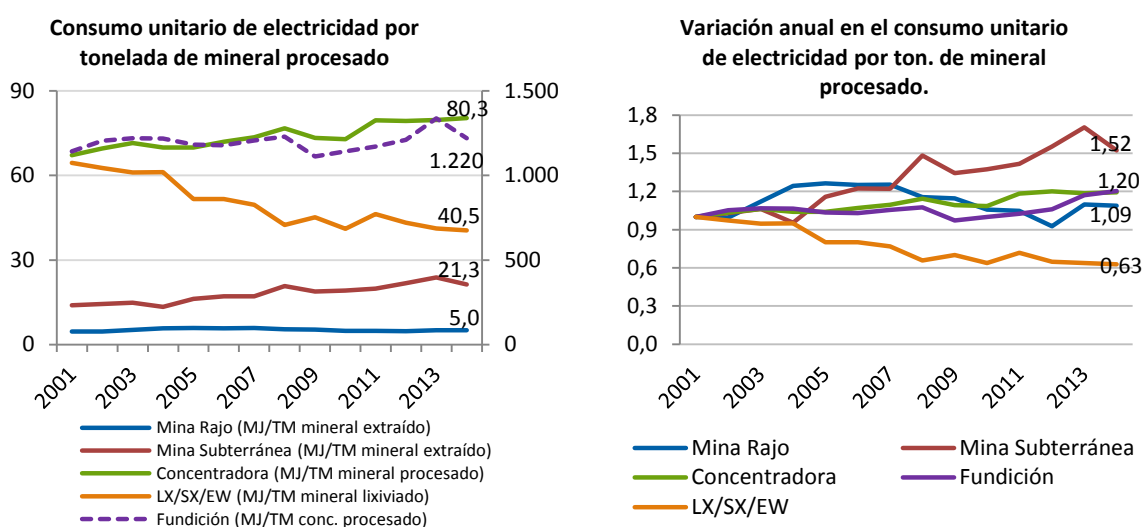


Fuente: Elaborado por Cochilco



Por último, cuando se analiza el consumo unitario de electricidad por tonelada de mineral procesado en el periodo 2013/2014 solo el caso de concentración presenta un alza, alcanzando una variación de un 0,8%. En este sentido, cuando se analiza el consumo unitario por mineral tratado de la planta concentradora en los últimos 4 años, se alcanza un promedio de un 79,7 MJ/TM de mineral procesado, muy similar al consumo alcanzado en el año 2014; en tanto, para el periodo 2001 – 2014 el incremento es de un 20%. El caso del proceso de LXSXEW, el periodo 2013/2014 presenta una disminución en el consumo unitario por mineral procesado de 1,7%, básicamente por el aumento en el procesamiento de minerales de baja ley lixiviados por las faenas mineras.

Figura 21: Consumo unitario de electricidad según tonelada de mineral procesado y variación anual en base al año 2001



Fuente: Elaborado por Cochilco

5.2. Consumo eléctrico de la minería del cobre en el sistema interconectado del norte grande y en el sistema interconectado central

El consumo de electricidad en el sistema interconectado del norte grande fue de 47.464 TJ mientras que en el sistema interconectado central fue de 35.796 TJ en 2014. Con respecto al consumo de electricidad del año 2013, se evidencia que el sistema del norte grande tuvo un incremento de un 2,6%, mientras que el consumo en el sistema interconectado central tuvo un incremento de un 2,8% en el periodo 2013 – 2014.

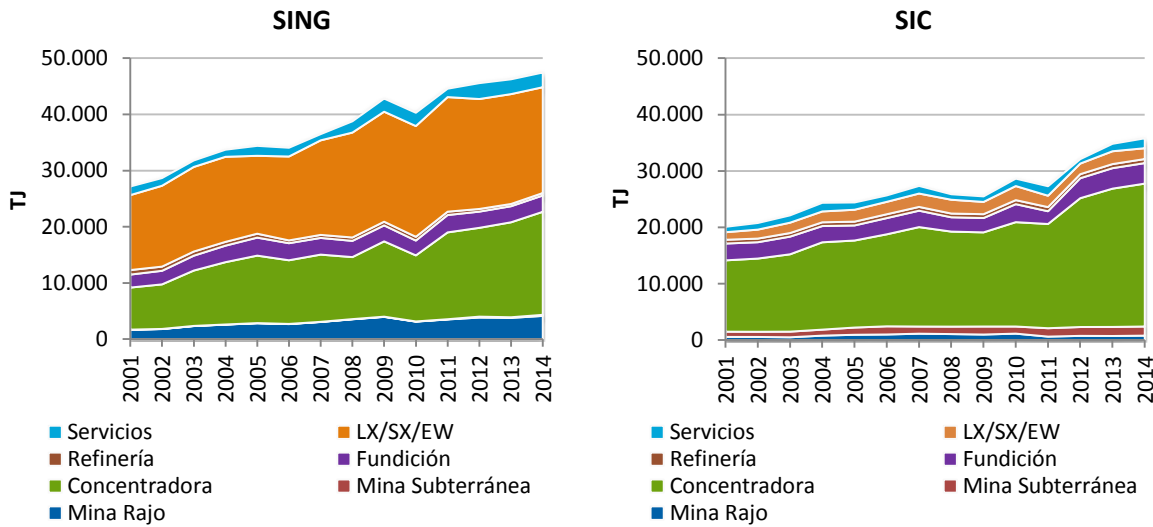
Los procesos de mayor consumo energético en el SING en 2014 corresponden a LXSXEW con un consumo total de 18.834 TJ y el proceso de concentración con un consumo de 18.333 TJ. En el caso del proceso LXSXEW el consumo del año 2014 representa una disminución del 3,7% respecto del consumo en el año 2013. Por otro lado, el proceso de concentración en el SING en el año 2014 aumentó su consumo en un 8,5% respecto del año 2013. (ver figura 22)

El mayor consumo de electricidad en el SIC ocurre en la concentradora, donde consumo total alcanza los 25.351TJ en 2014; lo que representa un aumento de un 3,3% respecto del año 2013. El



segundo proceso de mayor relevancia en el consumo eléctrico en el SIC corresponde a la fundición, la cual el año 2014 consumió un total de 3.642TJ lo que representa un aumento de un 0,2% respecto del año 2013.

Figura 22: Evolución del consumo de electricidad por procesos en SIC y SING

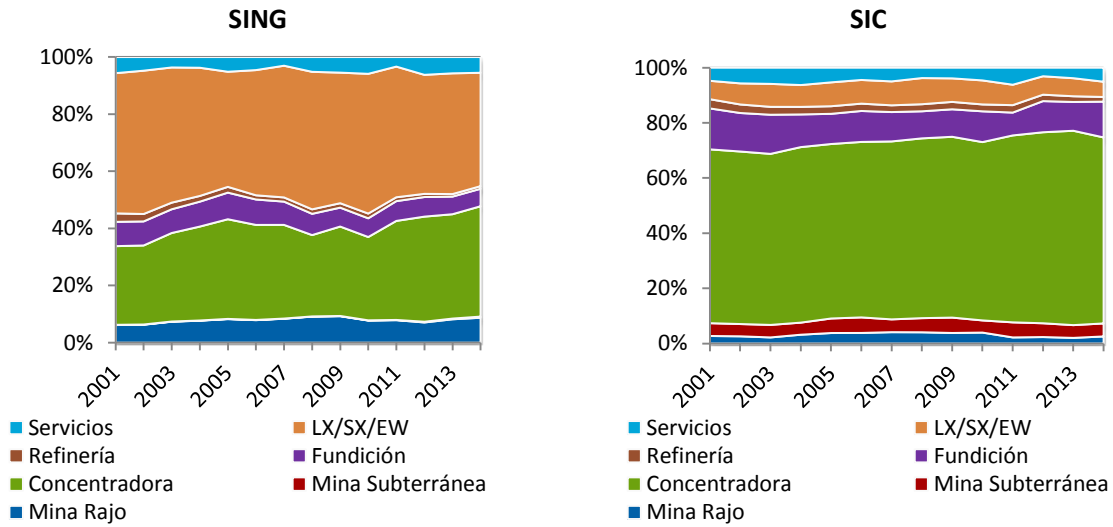


Fuente: Elaborado por Cochilco

En el caso del SING la participación del proceso de concentradora ha aumentado, mientras que el proceso de LXSXEW ha disminuido en el periodo 2001 – 2014. La participación en el consumo de electricidad de la concentradora en el SING en 2001 fue de 27,5% aumentando hasta alcanzar un 38,6% en el año 2014. Por otro lado, el proceso de LXSXEW el año 2001 alcanzó una participación de un 49%, disminuyendo hasta alcanzar un 39% en 2014. Para el caso de la participación en el consumo de electricidad por procesos en el SIC se visualiza una participación más estable que en el caso del SING. Es así, como el consumo de mayor importancia ocurre en la concentradora, alcanza una participación de un 63% en el año 2001, y aumenta hasta alcanzar una participación de 67,4% en el año 2014. El proceso de fundición disminuye levemente su participación en el consumo eléctrico en el SIC, desde el 14,8% en 2001 hasta un 13% en el año 2014. (ver figura 23)



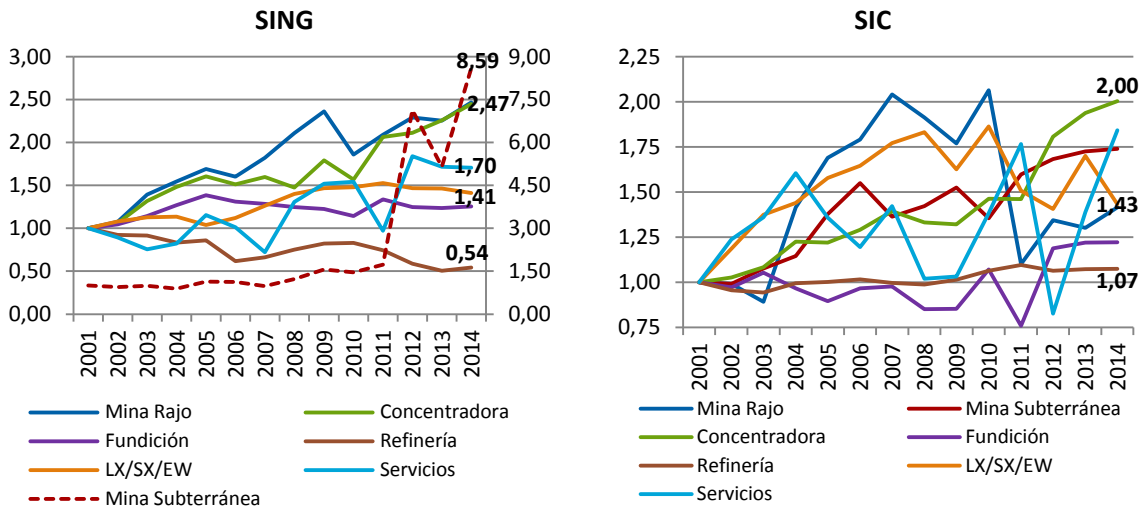
Figura 23: Evolución de la participación de energía eléctrica por procesos en SING y SIC



Fuente: Elaborado por Cochilco

En el caso de las variaciones en el consumo de electricidad para el caso del SING, se destaca el aumento 147% en el proceso de concentradora en el periodo 2001 - 2014, el cual ha sido creciente en el tiempo con una tasa de un 8% anual. Por otro lado el proceso de LXSXEW ha aumentado su consumo, pero en menor medida. Es así como el consumo de electricidad de LXSXEW en 2014 aumentó un 41% respecto de su consumo en el año 2001. En el caso de la variación en el caso del sistema SIC, se destaca el aumento en el consumo de electricidad en el proceso de concentradora, el cual ha aumentó un 100% respecto del mismo consumo en el año 2001. En el sistema interconectado SIC también se destaca el aumento en el consumo de electricidad en el proceso de LXSXEW el cual aumentó su consumo en un 43% en el periodo 2001 – 2014. (ver figura 23)

Figura 24: Variación del consumo de energía eléctrica por proceso, con respecto al año 2001

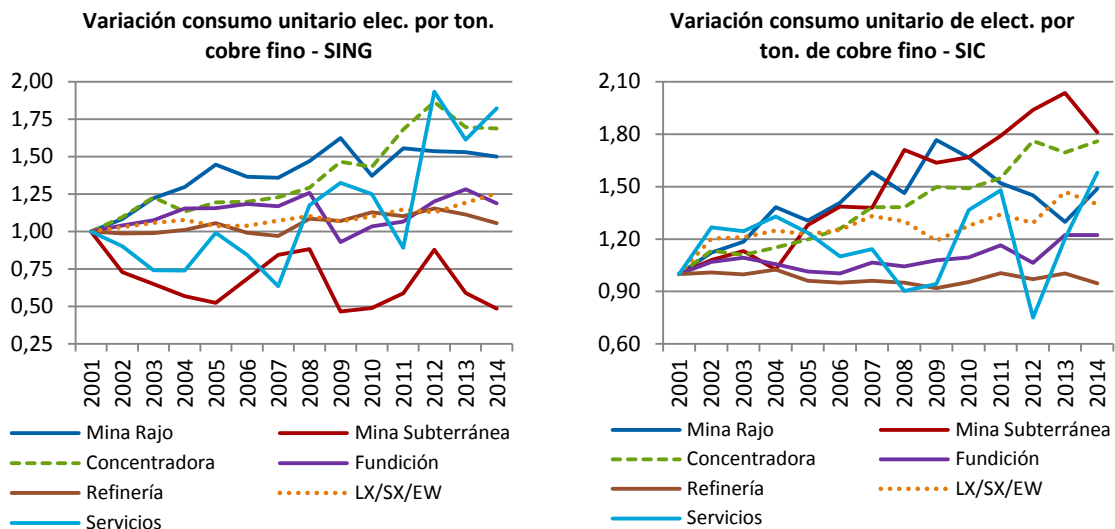


Fuente: Elaborado por Cochilco



Tanto en el SIC como en el SING existe un aumento en el consumo unitario por tonelada de cobre fino contenido en el proceso de concentradora. En el caso del SING existe un aumento en el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino procesado en la concentradora de un 69% en el periodo 2001 – 2014, mientras que el SIC el aumento es de un 76%, siendo muy similar la evolución en ambos sistemas. En el caso de la variación en el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre fino en el procesos de LXSXEW se visualiza una evolución similar pero en diferente magnitudes en ambos sistemas. En el caso del SING la variación unitaria aumenta en un 25% en el periodo 2001 – 2014, mientras que en el caso del SIC la variación unitaria alcanza el 40%. (ver figura 25).

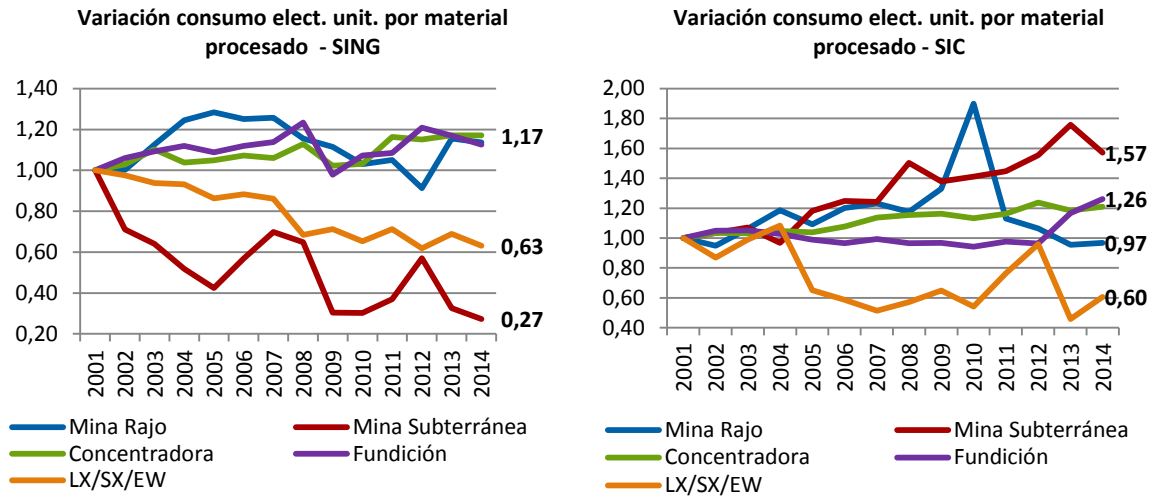
Figura 25: Variación del consumo unitario por proceso de energía eléctrica por tonelada de cobre fino, con respecto al año 2001



Fuente: Elaborado por Cochilco

Cuando se analiza la variación del consumo unitario de electricidad por mineral procesado en la concentradora en los sistemas SING y SIC se determina que el crecimiento es similar, pero mayor en el caso del SIC. Así, la tasa anual de crecimiento en el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre procesado en la concentradora en el caso del SING es de 1,36% anual, mientras que en el SIC es de 1,51% en el periodo 2001 – 2014. Estas tasas determinan que el consumo unitario de electricidad por mineral tratado aumente en un 17% en el SING y un 21% en el SIC en el periodo 2001 – 2014. Por otro lado, el caso de LXSXEW se aprecia una disminución en el consumo unitario de electricidad por tonelada de cobre procesado debido al aumento de minerales de cobre de baja ley procesado. En este sentido, el consumo de electricidad por tonelada de cobre tratado en LxSxEw ha disminuido en un 37% en el SING, mientras que en el caso del SIC su disminución es de un 40% en el periodo 2001 – 2014. (ver figura 26)

Figura 26: Variación del consumo unitario de energía eléctrica por tonelada procesada/extraída, con respecto al año 2001



Fuente: Elaborado por Cochilco



6. Comentarios finales

- La minería del cobre aumentó en un 4,4% el consumo de energía total en el periodo 2013 - 2014, lo que se traduce en aumentar su consumo de 154.834 TJ en 2013 a 161.716 TJ en 2014.
- En el caso del consumo eléctrico en minería, esta aumenta en un 2,7% en el periodo 2013 – 2014. El principal aporte al mayor consumo eléctrico ocurre en el proceso de concentradora donde se registra un aumento de un 5,4%, lo que se traduce un consumo adicional de 2.251 TJ en 2013 – 2014. Los procesos de Mina Rajo y Servicios aumentan su consumo de electricidad, en el periodo antes mencionado en 9,3% y 10,4% respectivamente.
- El consumo eléctrico en el proceso de LXSXEW disminuyó en un 4,9% en el periodo 2013 – 2014, lo que se traduce en una disminución de 1.078 TJ. Esta disminución en el consumo se debe principalmente a la disminución de producción de cátodos electro obtenidos en un 7,8% en el mismo periodo.
- El proceso de concentradora es el de mayor participación en el consumo de electricidad el año 2014, alcanzando un 55,7%. En tanto el consumo unitario por mineral procesado solo aumenta en un 0,8% en el periodo 2013 – 2014.
- En el caso del consumo de energía de combustibles, este aumentó en un 6,4% en el periodo 2013 – 2014. Esto es debido principalmente al incremento en el consumo de diesel en el proceso de mina rajo, el cual tiene un aumento de un 6,5% en el periodo 2013 – 2014, principalmente por la entrada en operación de nuevos proyectos mina, el aumento de mineral transportado por expansiones de faenas mineras de importancia y el aumento en las distancias de acarreo de mineral en las operaciones existentes.
- El proceso de mina rajo es el de mayor participación en el consumo de combustibles el año 2014, alcanzando un 76,4%. En tanto el consumo unitario por mineral extraído solo aumenta en un 0,7% en el periodo 2013 – 2014.
- En el caso del consumo eléctrico del SING y SIC estos aumentan su consumo el año 2014 en relación al año 2013 en 2,6% y 2,8% respectivamente.



7. Glosario

A continuación se presenta la terminología usada:

2.1 ENERGÍA: Es el tipo de energía utilizada en cada uno de los procesos identificados dentro de la producción minera. Se identifican dos fuentes principales: electricidad y combustibles. En este informe además, se identifica el concepto de energía como la suma de la energía utilizada en combustibles y la electricidad utilizada.

2.1.1 Combustibles: Corresponde al conjunto de combustibles utilizados en la minería para la generación de energía. Los combustibles considerados son: Carbón, Gasolina, Diesel, Enap 6, Kerosene, Gas Licuado, Gas Natural, Leña, Butano, Nafta y Propano. En las presente informe el consumo de combustible se entrega en unidades equivalentes de energía (Terajoules) considerando el proceso de generación y el rendimiento energético del mismo.

2.1.2 Electricidad: Considera la energía eléctrica consumida por la industria minera del cobre desde el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y el Sistema Interconectado Central (SIC).

2.2 PROCESOS: Se entienden por procesos como aquellas etapas productivas en la minería, claramente identificables, requeridas y separables de acuerdo a especificidad de las tareas para llevar a cabo la producción minera.

2.2.1 Mina Rajo: Se entiende como el conjunto de procesos unitarios necesarios para la extracción del mineral (mena) desde una faena minera a rajo abierto para su posterior procesamiento y recuperación del mineral. Algunos de los principales procesos son: perforación y tronadura, transporte, carguío, chancado primario, entre otros. (Considera hasta el proceso unitario de Chancado Primario).

2.2.2 Mina Subterránea: Se entiende como el conjunto de procesos unitarios necesarios para la extracción de mineral desde una faena minera subterránea, utilizando cualquier método de explotación subterránea, para su posterior procesamiento y recuperación del mineral. Algunos de los principales procesos considerados son: perforación y tronadura, transporte, carguío, chancado primario, entre otros.

2.2.3 Concentradora: Considera todos los procesos unitarios, posteriores al chancado primario, involucrados en la producción de concentrado de cobre. Los principales procesos considerados son: Plantas Chancado, Molienda Tradicional, Molienda S.A.G., Concentración (Flotación), Filtrado, entre otros.

2.2.4 LXSXEW: Considera los procesos unitarios hidrometalúrgicos involucrados en la producción de cátodos electroobtenidos. Los principales procesos involucrados son: Aglomeración, Lixiviación ROM, Lixiviación HEAP, Extracción por Solventes y Electroobtención.



2.2.5 Fundición: Considera todos los procesos unitarios involucrados en la producción de cobre blister a partir de concentrados de cobre. Los principales procesos considerados son: Secado, Fusión (hornos), Conversión, Pirorefinación (refino y moldeo), entre otros.

2.2.6 Refinería: Corresponde al proceso físico de electrólisis con el cual se obtienen cátodos de cobre de alta pureza.

2.2.7 Servicios: Corresponde a aquellas actividades que no se encuentran involucradas en los procesos productivos unitarios de la cadena de valor principal, pero que son necesarias para el desarrollo de la minería y poseen consumo energético de importancia como lo son: consumo energético en talleres, en campamentos, impulsión y desalación de agua, entre otros.



Este trabajo fue elaborado en la
Dirección de Estudios y Políticas Públicas por

Sergio Verdugo Montenegro M.

Analista Minero

Rosana Brantes A.

Analista de Sustentabilidad

Jorge Cantallopts Araya

Director de Estudios y Políticas Públicas

Junio / 2015

