

Proyección Del Consumo De Energía Eléctrica De La Minería Del Cobre En Chile Al 2025



Comisión
Chilena del
Cobre

Ministerio de Minería

Gobierno de Chile

Jorge Cantallopts Araya
Director de Estudios y Políticas Públicas (TyP)
COCHILCO

CONTENIDOS

1. **Desafío energético de la industria minera.**
2. **Consumo histórico de energía en la minería del cobre.**
3. **Políticas públicas:**
 - a) Eficiencia Energética y
 - b) Gases de Efecto Invernadero en Minería.
4. **Proyección del consumo eléctrico en minería del cobre.**
5. **Conclusiones.**

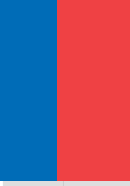


1. DESAFÍO ENERGÉTICO DE LA INDUSTRIA MINERA.

Principales desafíos de la minería chilena



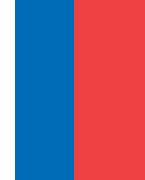
Desafíos de la minería en materia energética y ambiental



- Estrechez y desequilibrio de la matriz energética.
- Altos costos de la energía.
- Aumento del consumo unitario de energía en la producción de cobre debido a variables estructurales del sector.
- Proyección de aumento de la demanda de energía por nuevos proyectos mineros y la incorporación de agua de mar en el proceso productivo.
- Restricción ambiental en la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) directos como indirectos.



Razones para el monitoreo del consumo eléctrico



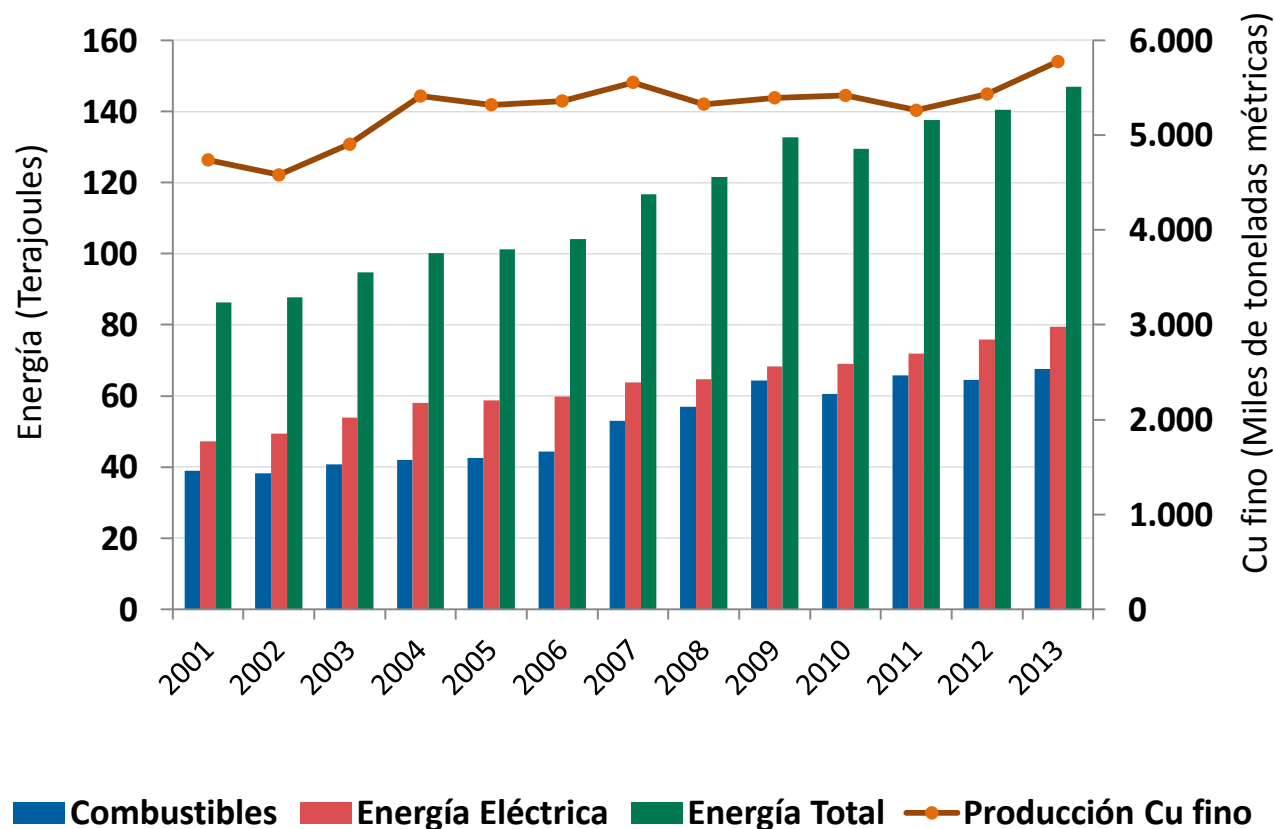
- La minería es una actividad energo-intensiva y de gran tamaño relativo en nuestro país.
- Antecedentes operacionales de las compañías ha permitido construir y mantener una base de datos respecto de consumos energéticos sectoriales, con lo cual se elabora información de interés para la industria y a la autoridad:
 - a) Consumo energético histórico
 - b) Coeficientes unitarios de consumo
 - c) Emisiones directas de GEI
 - d) Indicadores para medir eficiencia energética
 - e) Proyección del consumo eléctrico





2. CONSUMO HISTÓRICO DE ENERGÍA EN LA MINERÍA DEL COBRE

Evolución de la producción de cobre y consumo energético 2001 - 2013



Existe un desacoplamiento (negativo) entre los niveles de producción de cobre fino y el consumo energético debido, principalmente, a variables estructurales del sector.

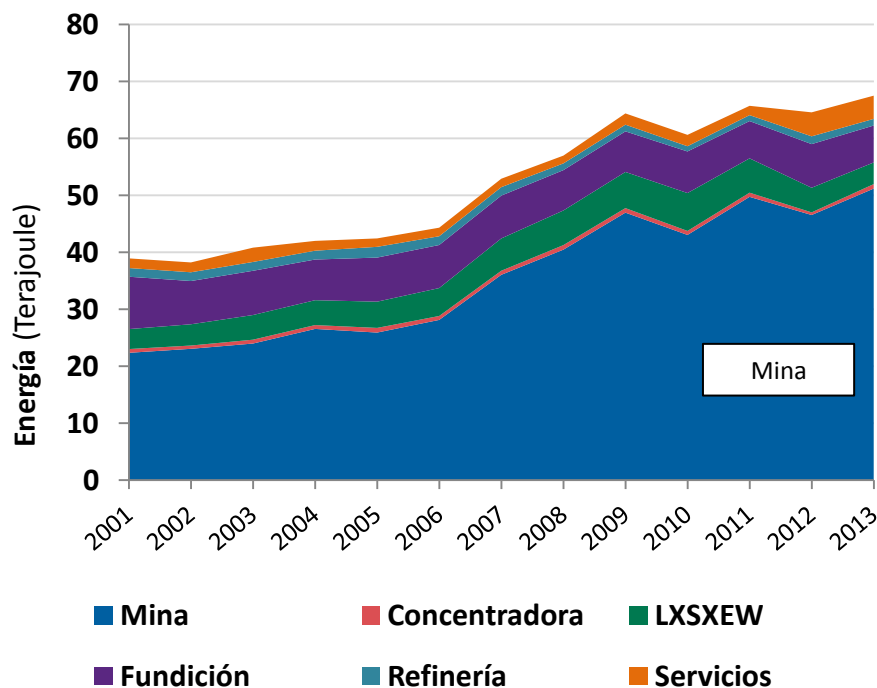
Características estructurales del aumento de consumo de energía en la minería del cobre

Minería del Cobre

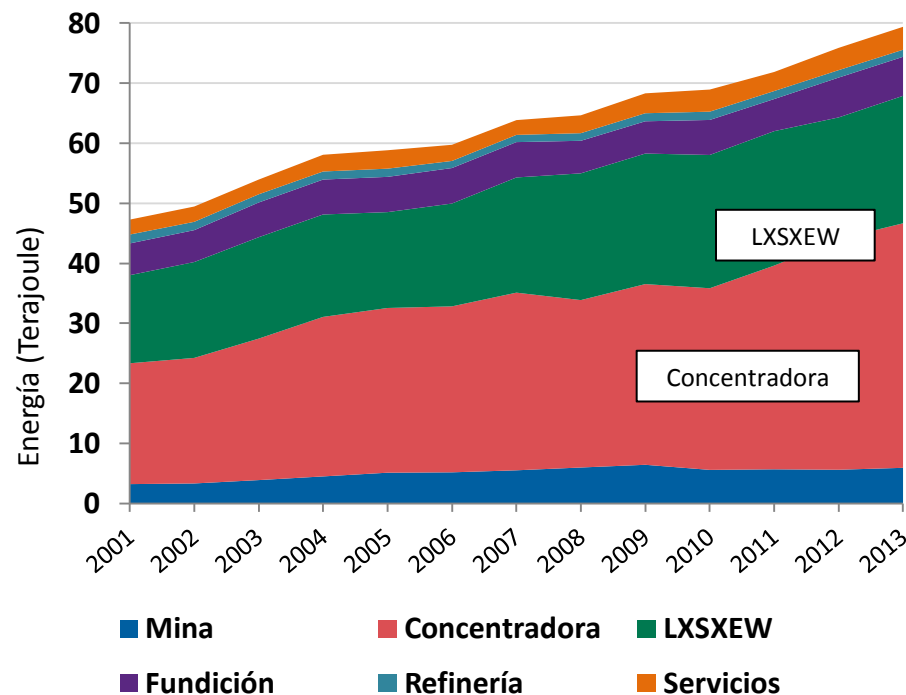


Consumos de electricidad y combustibles en los procesos mineros en 2001 - 2013

COMBUSTIBLE 2001 - 2013



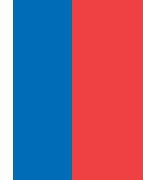
ENERGÍA ELÉCTRICA 2001 - 2013



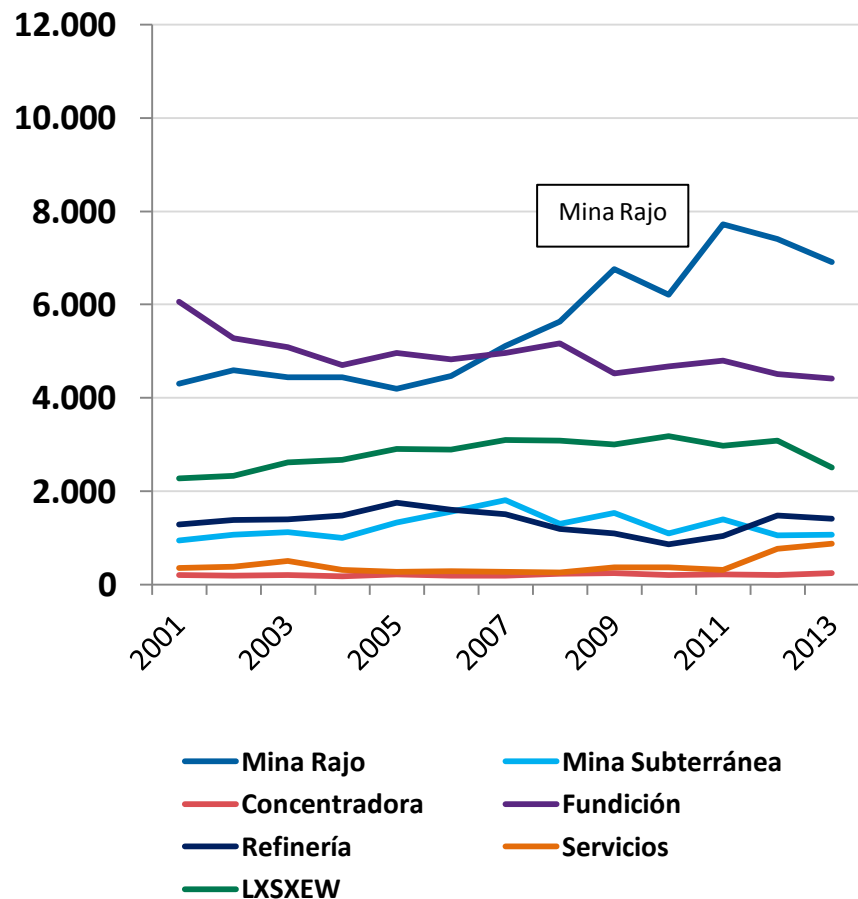
Fuente: COCHILCO, 2014.

Los combustibles son utilizados principalmente en la extracción minera. La electricidad es utilizada de manera intensiva, principalmente, en los procesos de mineral: LX SX EW y Concentradora.

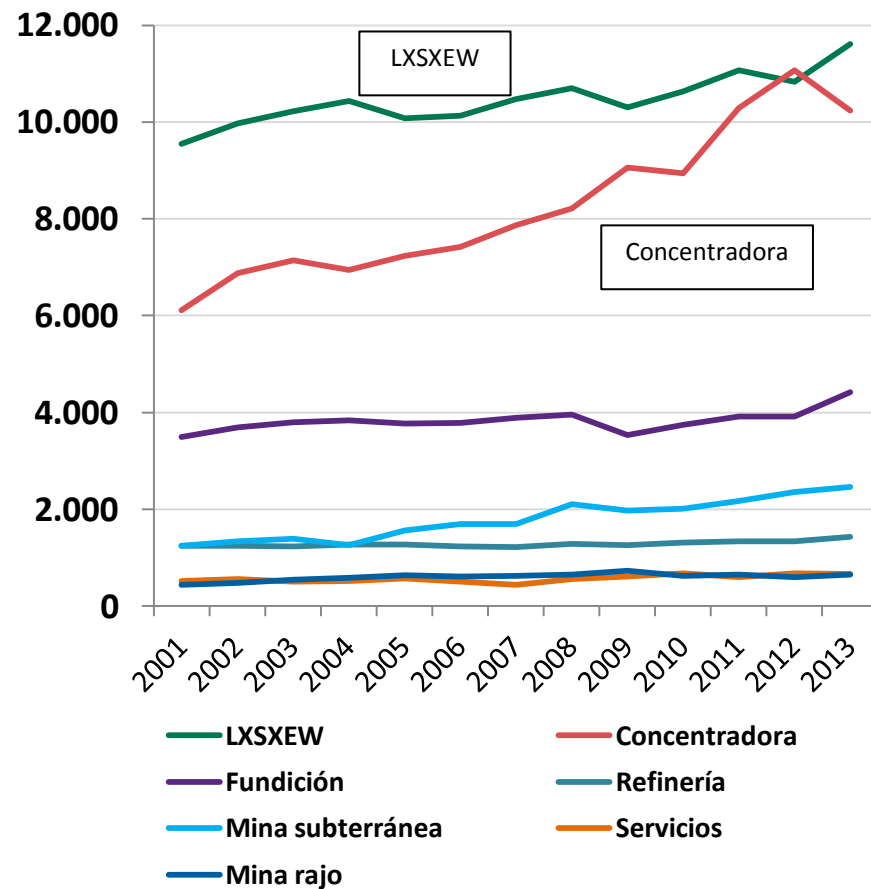
Coeficientes unitarios de consumo de energía en minería del cobre (MJoule/Ton Cu fino)



Consumo de COMBUSTIBLES por Tonelada de Cobre Fino



Consumo de ELECTRICIDAD por Tonelada de Cobre Fino





3. POLÍTICAS PÚBLICAS:

A) EFICIENCIA ENERGÉTICA Y

B) EMISIONES GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)



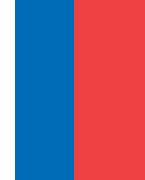
Eficiencia energética en el país y la minería



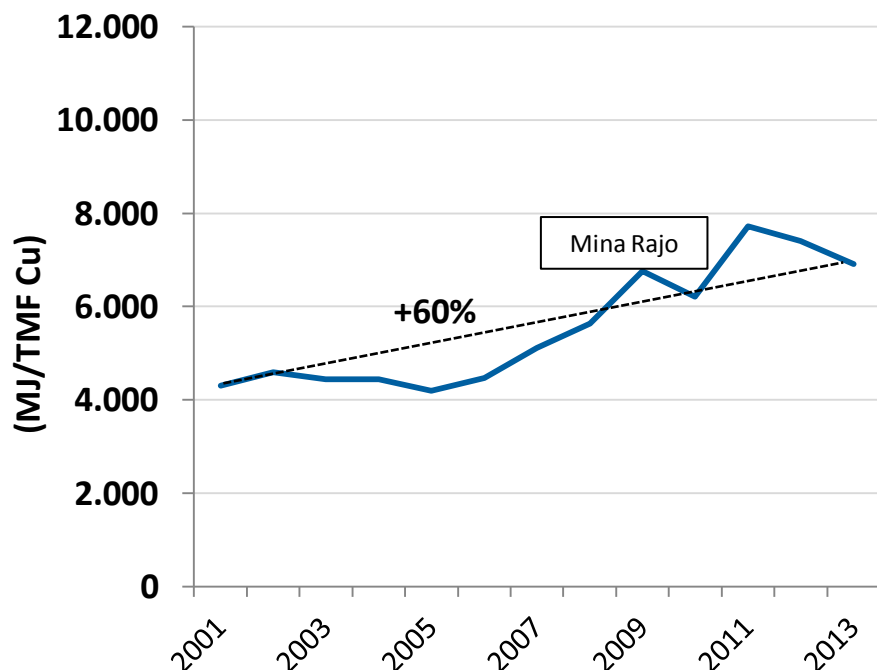
- La eficiencia energética es uno de los pilares de la política nacional de energía y crecientemente debe estar incorporada en las actividades productivas y sociales del país.
- Minería ha implementado medidas de eficiencia energética, principalmente en el diseño de sus nuevos sistemas productivos.
- Sin embargo por el deterioro estructural de la calidad de los recursos mineros en explotación, los consumos unitarios crecen y no se aprecia los esfuerzos de eficiencia energética implícitos.



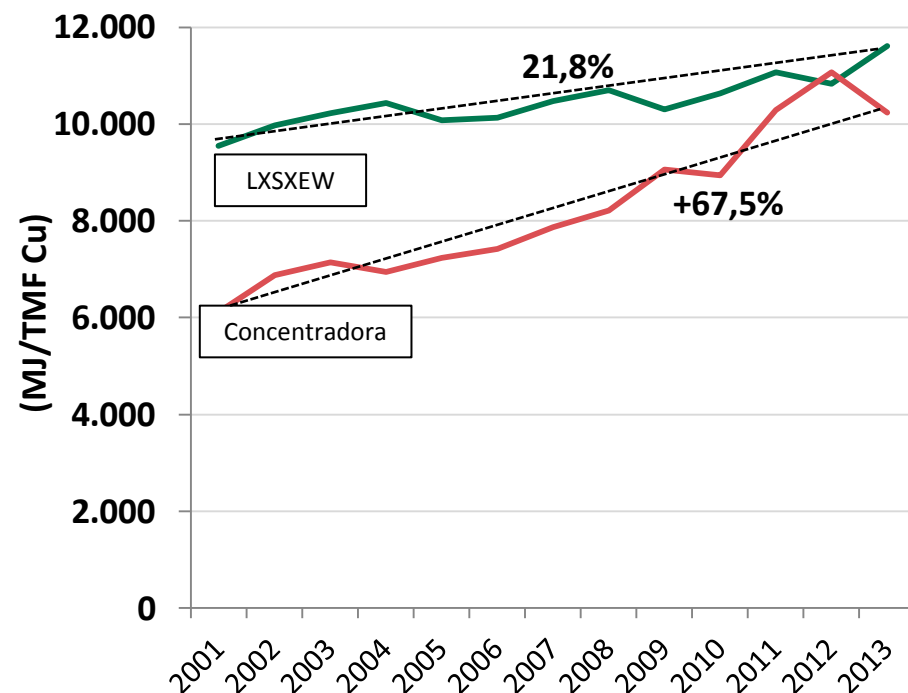
Motivación para la construcción de indicadores de eficiencia energética



Consumo de COMBUSTIBLES por
Tonelada de Cobre Fino



Consumo de ELECTRICIDAD por
Tonelada de Cobre Fino



Fuente: COCHILCO, 2014.

Los indicadores de intensidad de uso de energía permiten determinar el consumo unitario de energía en los procesos de producción de cobre. Sin embargo, no son un buen instrumento para medir la Eficiencia (o ineficiencia) Energética alcanzada en el sector.



Objetivo de la construcción de indicadores de eficiencia energética

1. Medir la Eficiencia Energética alcanzada en el sector

Proposición de nuevos indicadores de intensidad de uso de energía corregidos por variables estructurales en la minería del cobre para medir la eficiencia energética.

2. Generar una línea de trabajo permanente

Los indicadores corregidos constituirán una línea de trabajo permanente y complementaria a los indicadores de consumo de energía unitarios desarrollados actualmente por COCHILCO.

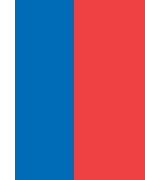
Nuevos indicadores para medir la eficiencia energética del sector

Variación de indicadores actuales y corregidos por proceso en el periodo 2007/2013

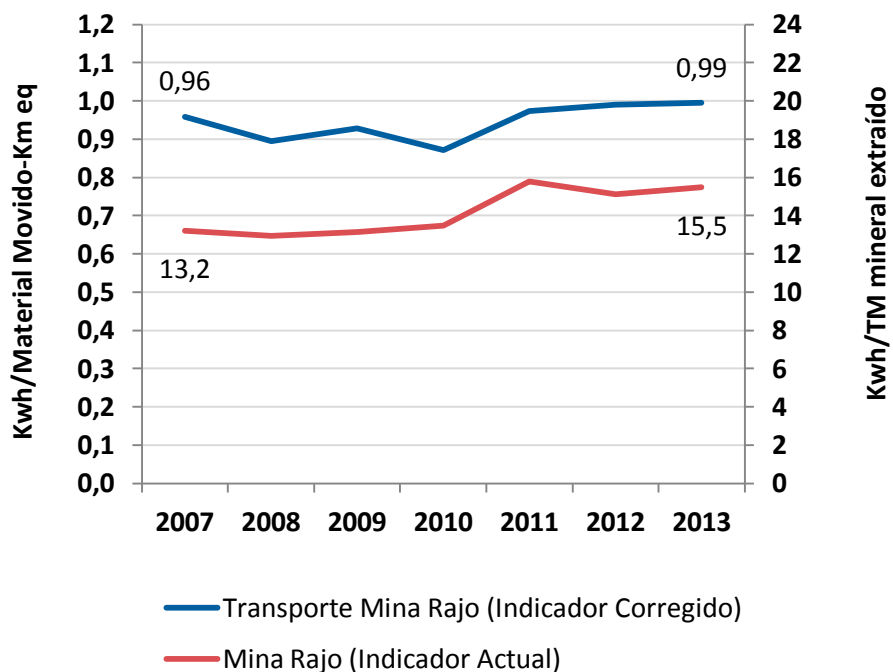
Proceso	Coefficiente de consumo unitario (actual)	Variación indicador actual 2007 - 2013	Indicador de Eficiencia (corregido)	Variación indicador corregido 2007 - 2013
Mina Rajo	$\frac{\text{Energía combustibles}}{\text{Ton mineral extraído}}$	+17,3%	<ul style="list-style-type: none"> Transporte $\frac{\text{Energía combustibles}}{\text{Ton material movido x Km eq.}}$ 	+3,7%.
	$\frac{\text{Energía eléctrica}}{\text{Ton mineral extraído}}$	-12,5%	<ul style="list-style-type: none"> Chancado primario $\frac{\text{Energía eléctrica en Chancado}}{\text{Ton. mineral chancado}}$ 	-25,6%
Mina Subterránea	$\frac{\text{Energía eléctricas}}{\text{Ton. Mineral extraído}}$	+39,5%	$\frac{\text{Energía eléctrica}}{\text{Ton. Mineral extraído}}$ (No se considera el consumo de energía debido a ventilación de túneles)	+27,7%
Concentradora	$\frac{\text{Energía eléctrica}}{\text{Ton mineral tratada}}$	+3,7%	$\frac{\text{Energía eléctrica}}{\text{Ton mineral tratado}}$ (No considera consumo de plantas de molibdeno)	+5,4%
LXSXEW	$\frac{\text{Energía eléctrica}}{\text{Ton Cu fino en cátodos EO}}$	-2,5%	<ul style="list-style-type: none"> SxEw $\frac{\text{Ener. eléctrica SxEw}}{\text{Ton Cu fino en cátodos EO}}$ 	-6,5%

Los indicadores propuestos son insesgados al corregir, o no considerar, variables exógenas involucrados en los procesos.

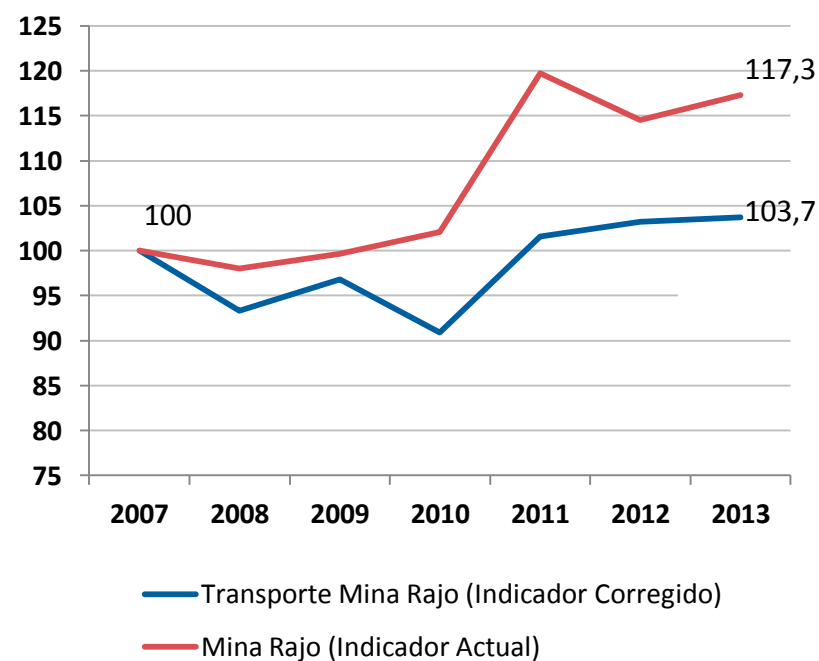
Comportamiento del nuevo indicador de transporte mina rajo



Indicadores de consumo de COMBUSTIBLES en proceso de Mina Rajo



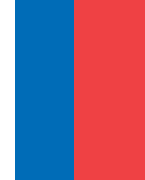
Variación anual de indicadores de consumo de COMBUSTIBLES en proceso de Mina Rajo
(año base 2007=100)



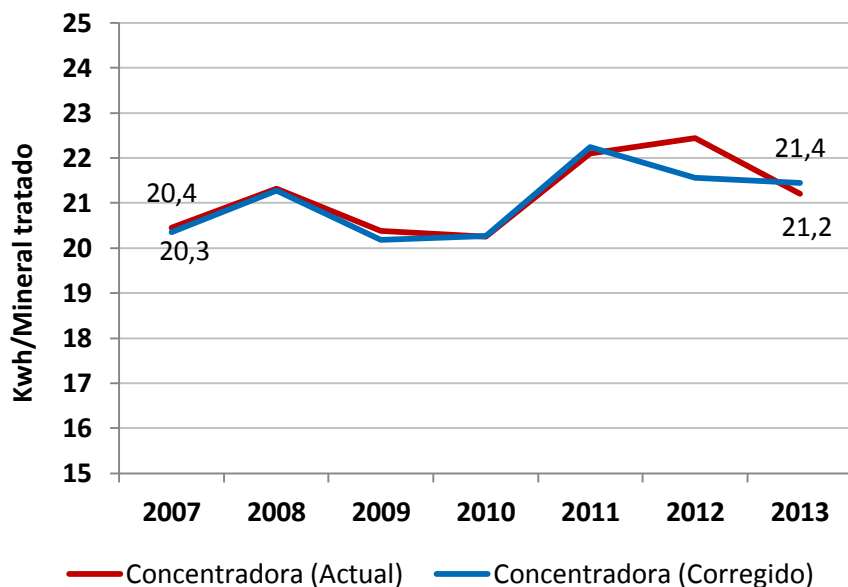
Fuente: COCHILCO, 2014



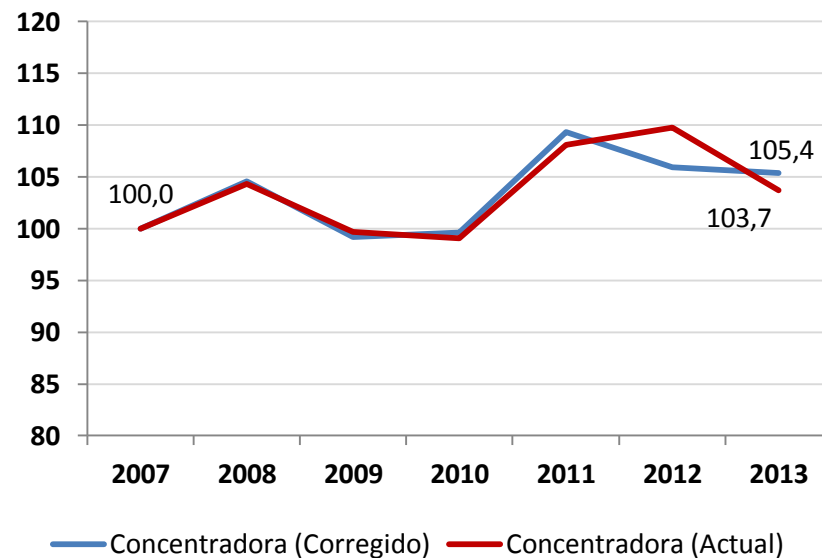
Comportamiento del nuevo indicador en Concentradora



Indicadores de consumo de ELECTRICIDAD en procesos de Planta Concentradora



Variación anual Indicadores de consumo de ELECTRICIDAD en procesos de Planta Concentradora (año base 2007=100)



Fuente: COCHILCO, 2014.





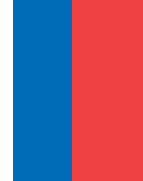
3. POLÍTICAS PÚBLICAS:

A) EFICIENCIA ENERGÉTICA Y

B) EMISIONES GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)



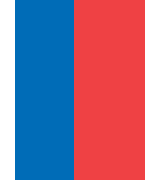
Gases de Efecto Invernadero en la minería del cobre



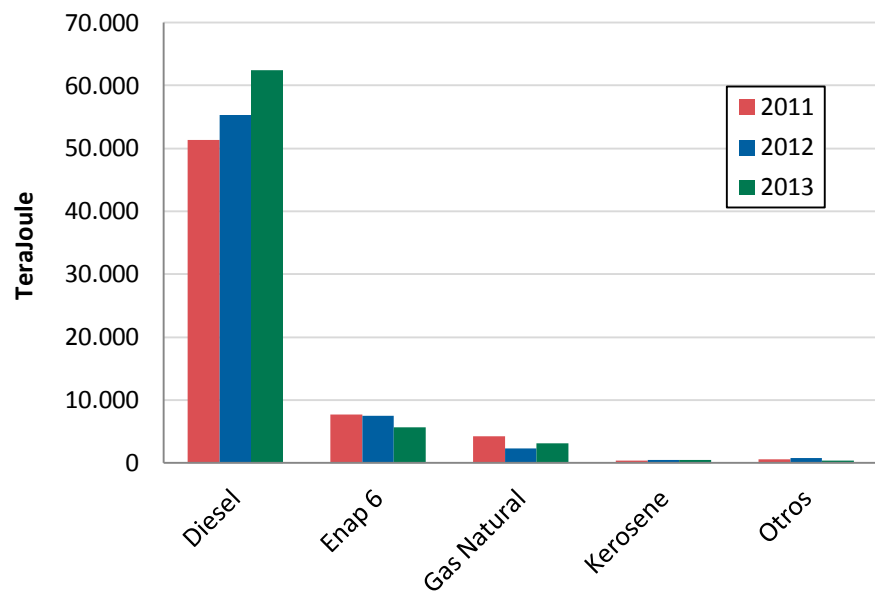
- La emisión de GEI por su efecto en el Cambio Climático es una preocupación internacional y obligará a los Gobiernos a reducir la tasa de crecimiento de sus emisiones.
- Ello implica asumir políticas que induzcan a los sectores económicos a tomar medidas de mitigación.
- Las emisiones directas de la minería son las generadas en el consumo de combustibles en las operaciones (Transporte, calefacción, hornos , etc.).
- Las emisiones indirectas son las emitidas en la generación térmica de electricidad por terceros que abastecen a las operaciones mineras.
- COCHILCO calcula las emisiones directas y el Ministerio de Energía las indirectas.



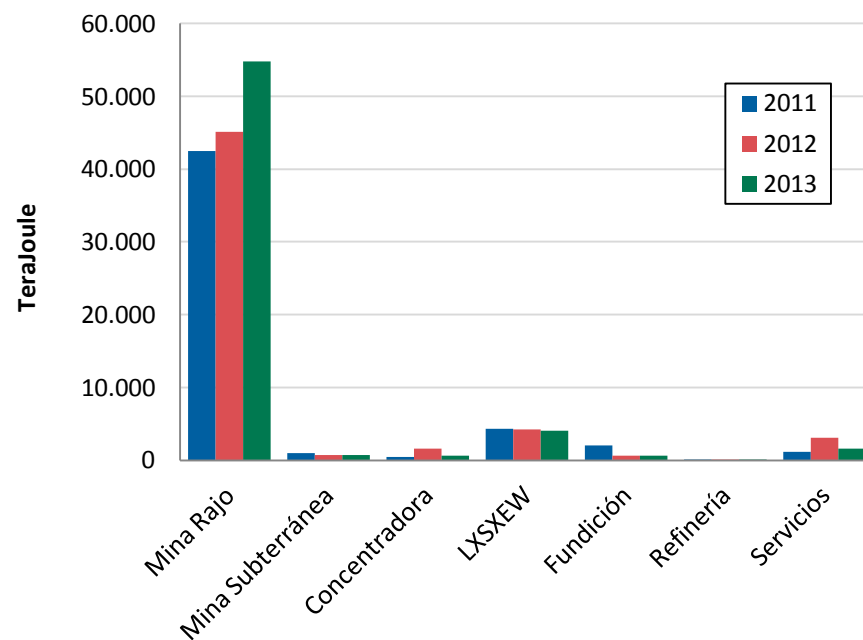
Evolución en el consumo de combustibles en la minería en 2011 - 2013



Consumo de combustibles por tipo en la minería del cobre (TJ)



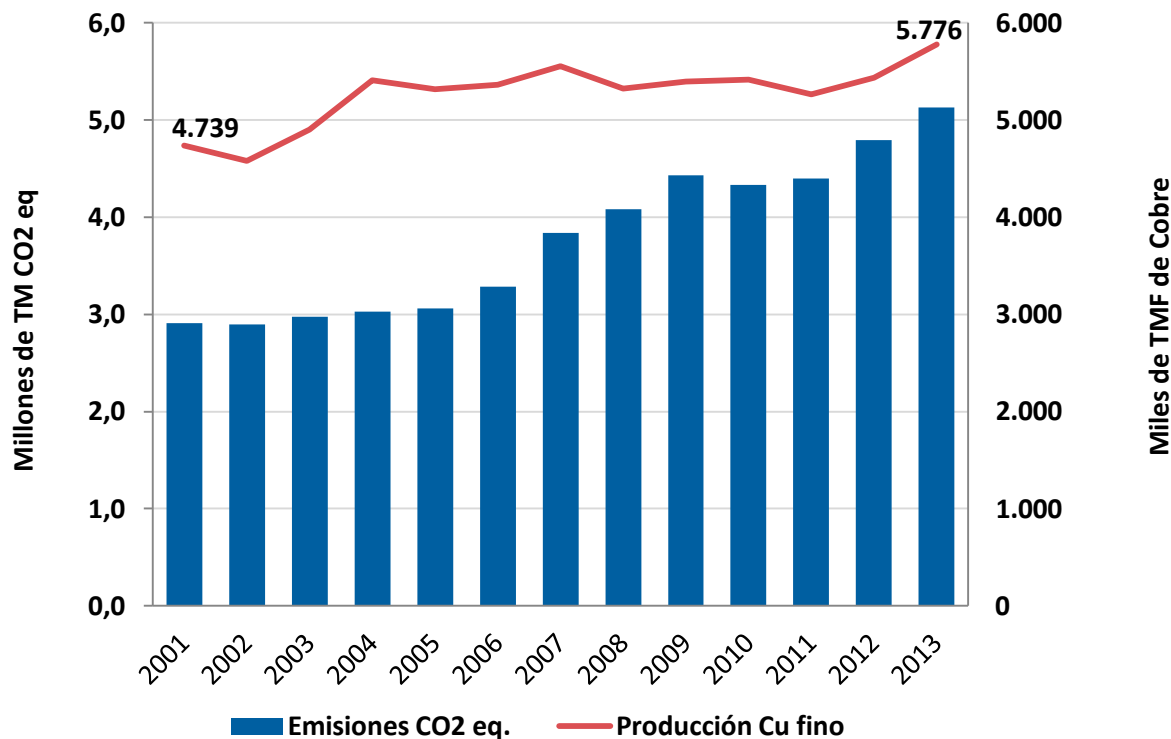
Consumo de Diesel por proceso en la minería del cobre (TJ)



Fuente: COCHILCO, 2014



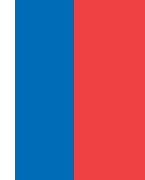
Emisión total de GEI directas en la producción de cobre



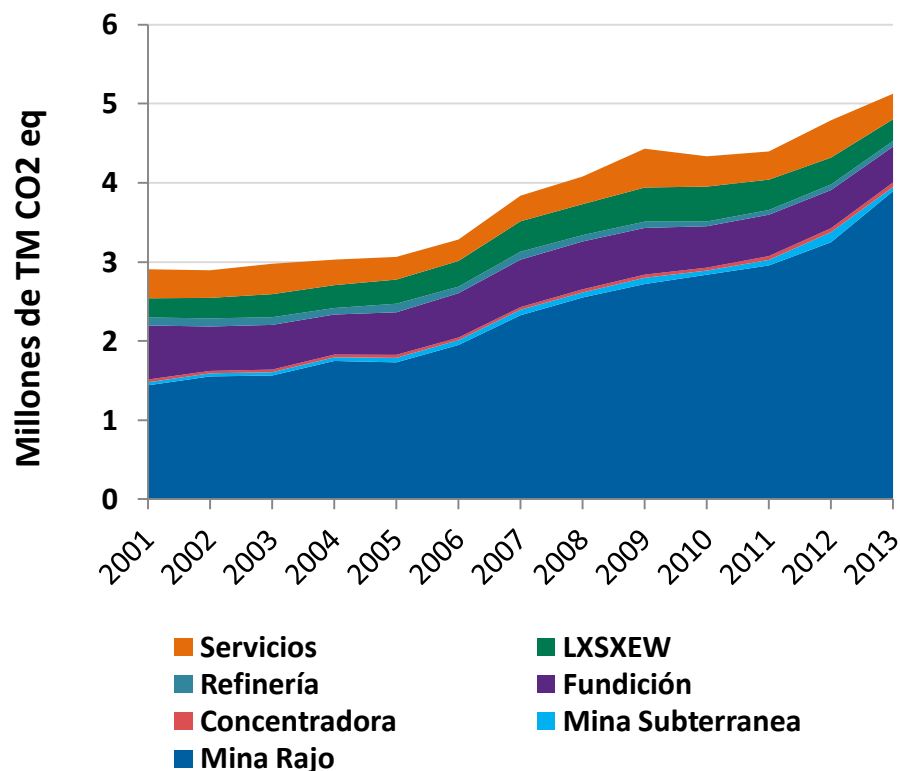
Se registra un incremento de las emisiones directas mayor que la producción de cobre, como consecuencia de las razones estructurales señaladas para el consumo de combustible

Fuente: COCHILCO, 2014

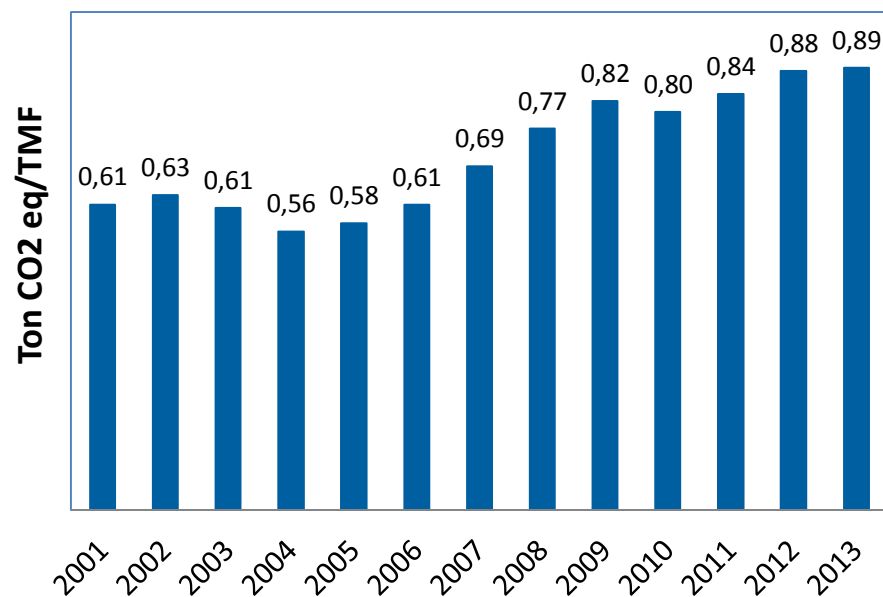
Emisión de GEI directos por procesos y coeficientes unitarios



Emisiones de GEI directos por proceso



Coficiente unitario de emisiones de GEI directos por tonelada de cobre fino



Fuente: COCHILCO, 2014

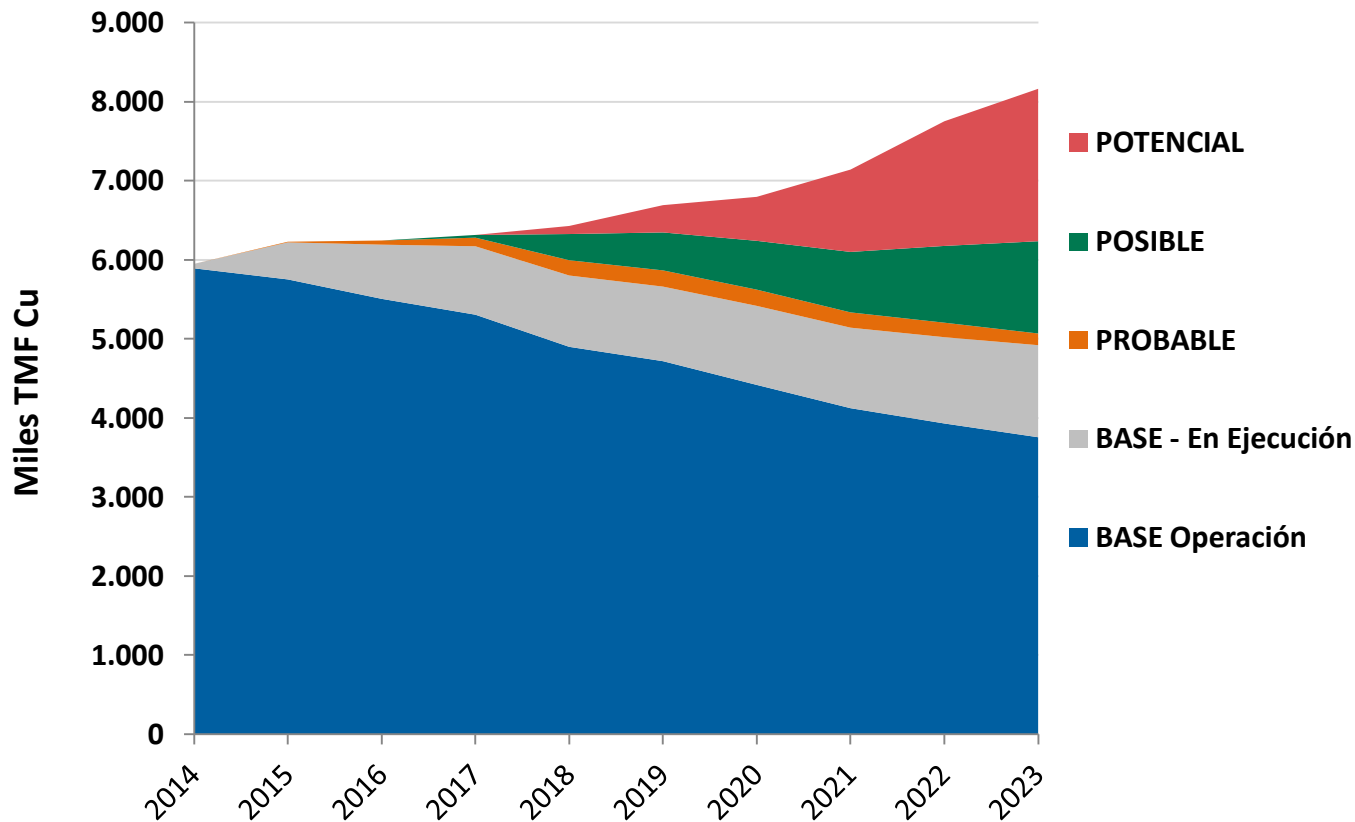




4. PROYECCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN MINERÍA DEL COBRE

Demanda eléctrica condicionada por el crecimiento de la minería del cobre

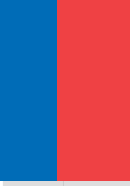
Proyección de capacidad de producción máxima de cobre mina, según su condición



Los proyectos mineros tienen distintos grados de avance y certeza en su materialización

Criterio metodológico de la proyección:

Simulación Montecarlo

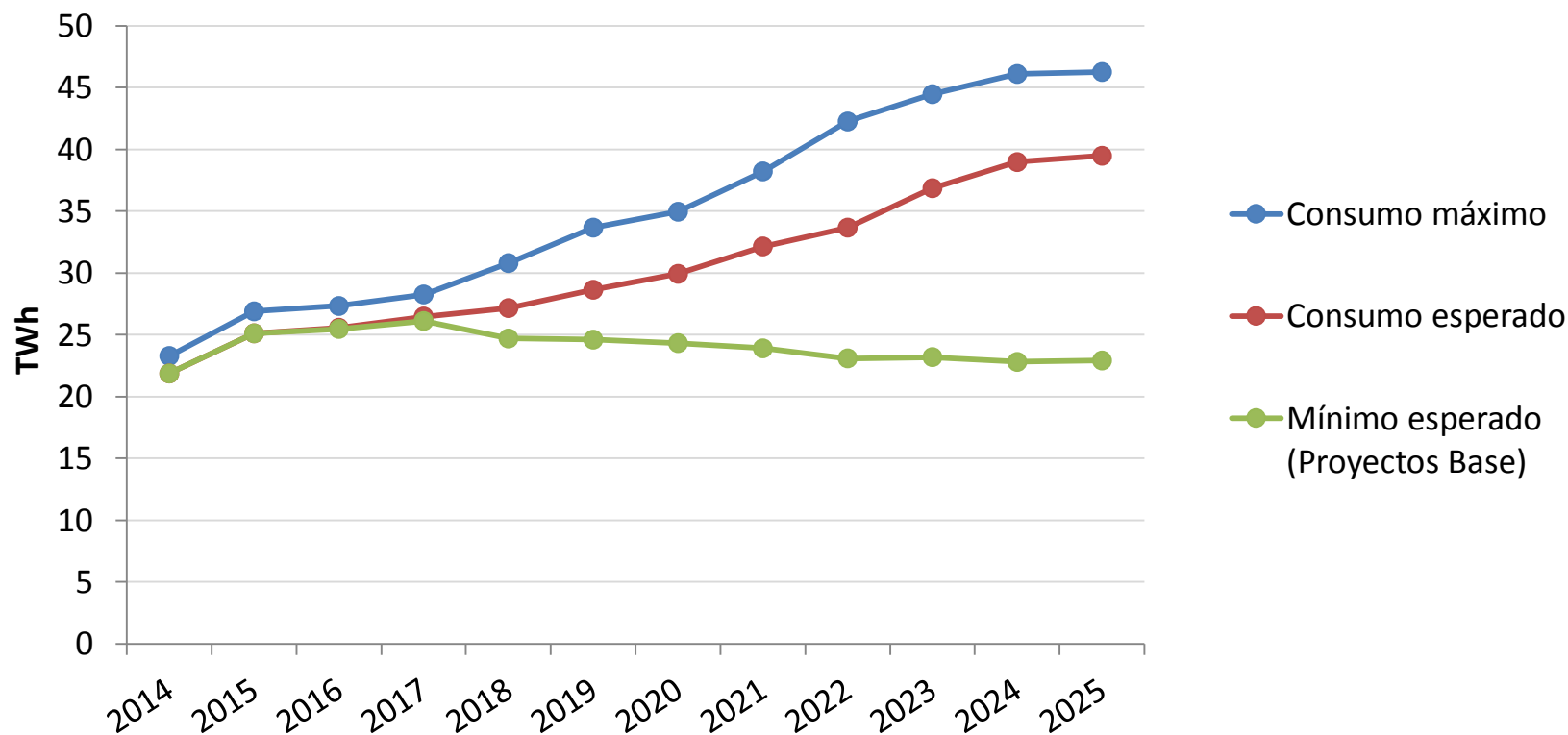


- **Una proyección del consumo eléctrico anual por parte de la minería del cobre en el largo plazo está naturalmente sujeta a incertidumbres.**
- **Se aplica un modelo probabilístico basado en una simulación de Montecarlo considerando tres escenarios de consumo eléctrico: Máximo, Más Probable y Mínimo.**
- **Los Escenarios de consumo eléctrico Máximo, Más Probable y Mínimo se efectúan sobre la base de información histórica según el estado y condición de los proyectos en su forma actual.**
- **La proyección del consumo eléctrico se calcula utilizando los coeficientes unitarios de consumo por procesos.**



Proyección de consumo eléctrico esperado en la minería del cobre al año 2025

(Tera Watts-hora)

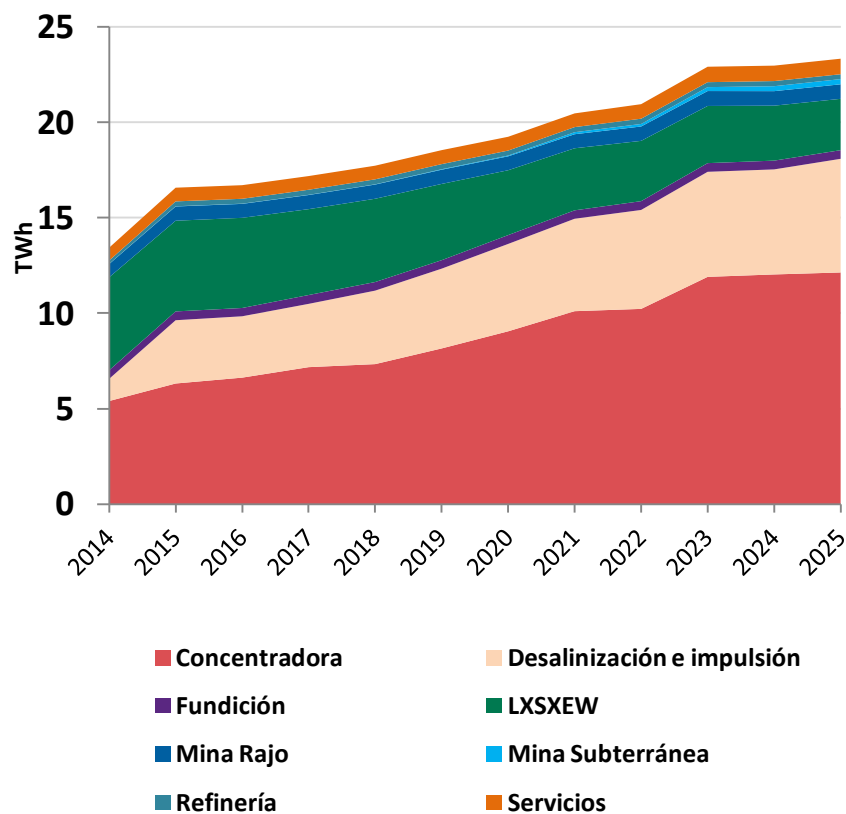


Fuente: COCHILCO, 2014.

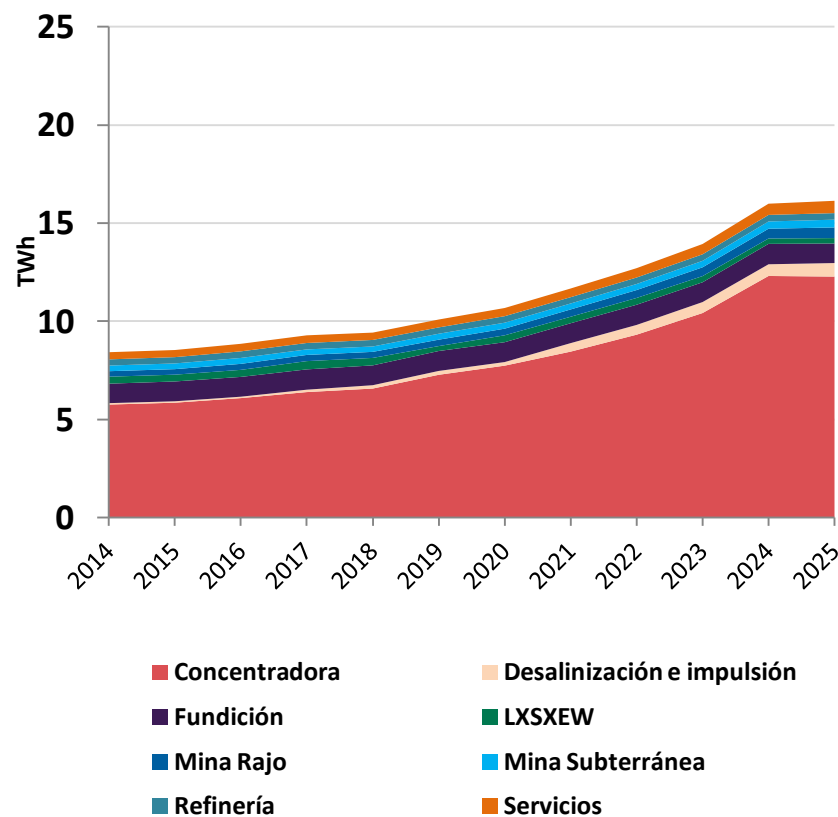
Proyección de consumo eléctrico esperado según procesos en los sistemas SING y SIC

(Tera Watts-hora)

Consumo esperado de electricidad por procesos 2014 - 2025, SING



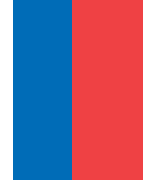
Consumo esperado de electricidad por procesos 2014 - 2025, SIC



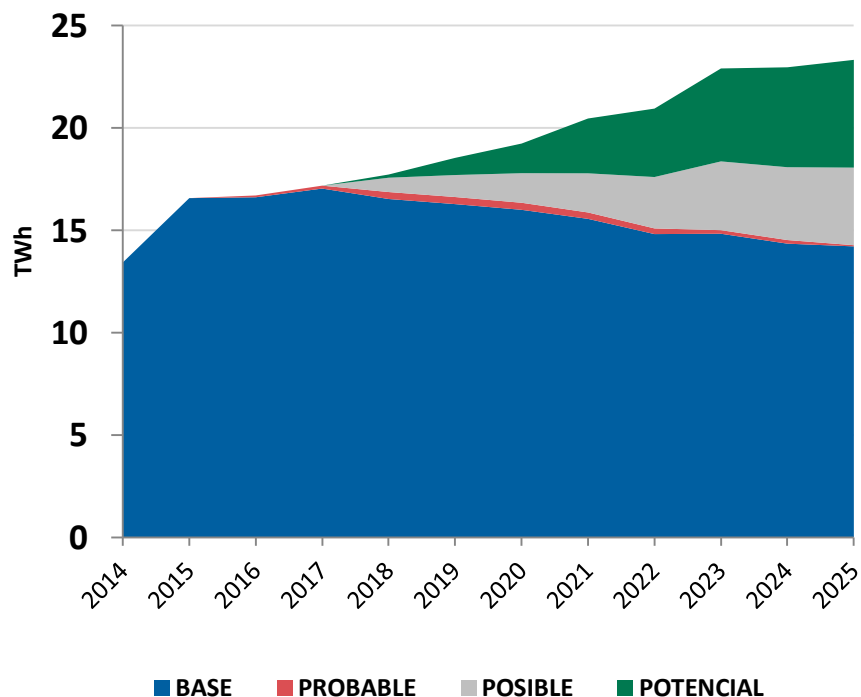
Fuente: COCHILCO, 2014.

Proyección de consumo eléctrico esperado en la minería del cobre según condición al 2025

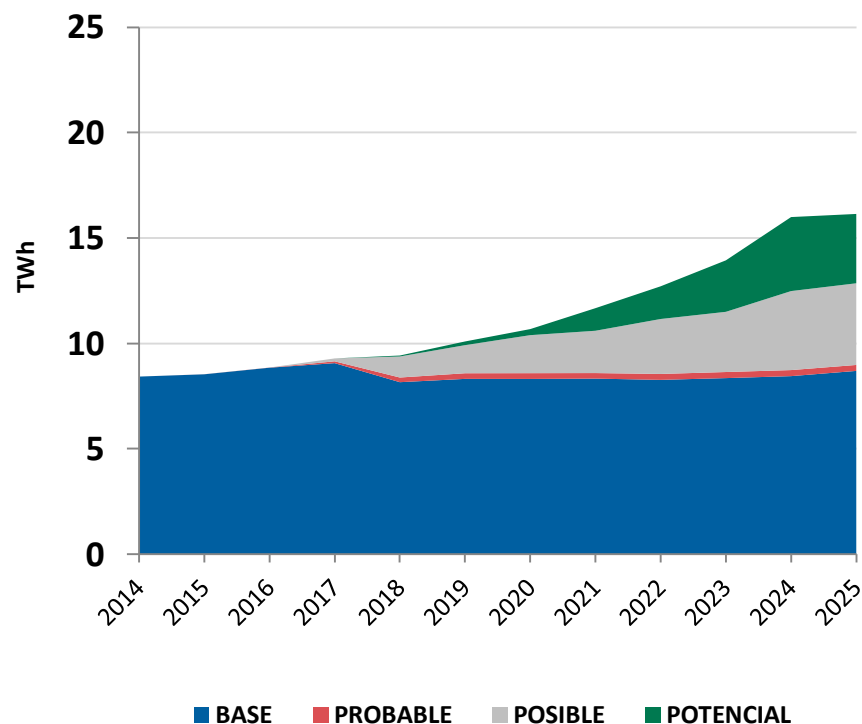
(Tera Watts-hora)



Consumo esperado de electricidad por
Condición de proyectos, en SING



Consumo esperado de electricidad por
Condición de proyectos, en SIC



Fuente: COCHILCO, 2014.



5. CONCLUSIONES

Conclusiones

- ✓ El monitoreo del consumo eléctrico en la minería es una línea de trabajo estratégica de COCHILCO y se afianza en la información recibida desde las compañías mineras (sobre el 95% de la producción de cobre)
- ✓ Con ella se genera información relevante para las políticas públicas de energía, eficiencia energética y cambio climático.
- ✓ Hay una directa vinculación entre las perspectivas de materialización de los proyectos mineros con la reacción del mercado eléctrico para hacer las inversiones oportunas en capacidad de generación y en transmisión eléctrica.
- ✓ Según la proyección de consumo esperado al 2025, en el SING se demandará aproximadamente 10 mil GWh adicionales, lo que implica la instalación de capacidad adicional de generación de a lo menos 1500 MW.
- ✓ Por su parte en el SIC, se espera un incremento de consumo eléctrico de de aproximadamente 8 mil GWh, lo que significará una mayor capacidad de generación de 1200 MW en este sistema.

Muchas Gracias



**Comisión
Chilena del
Cobre**

Ministerio de Minería

Gobierno de Chile

Jorge Cantallopts Araya
Director de Estudios y Políticas Públicas (TyP)
COCHILCO