

Consumo de energía en la minería del cobre

Actualización al año 2025



TRABAJANDO
PARA USTED

Resumen Ejecutivo

En 2025 la minería del cobre consumió **210,6 petajoules (PJ)** de energía, un 27,3% más que en 2015, mientras la producción de cobre tuvo un leve descenso, desde los 5,77 hasta los 5,39 millones de toneladas de cobre fino. Esto evidencia que cada vez se necesita más energía para producir un tonelaje de cobre fino similar.

Estas cifras se sustentan en la *Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMPAE)*: en su edición 2026 cubrió 52 operaciones de 27 empresas, equivalentes al **100% de la gran y mediana minería del cobre**, desde la extracción hasta la refinería. El sector representa cerca del **15% del consumo energético nacional**, con una participación de 14,8% considerando datos del año 2024.

Desde el año 2015 al 2024, se puede realizar una comparación entre el incremento de 23,9% en el consumo del sector (desde 165,5 hasta 205,0 PJ), por sobre el 21,9% del consumo energético nacional. En paralelo, la intensidad energética aumentó 36%: obtener una tonelada de cobre exige cada vez más energía, debido al aumento de los volúmenes de sulfuros de cobre procesados. La demanda se reparte casi en partes iguales entre electricidad y combustibles. Por primera vez en la serie evaluada, los combustibles superan levemente a la electricidad.

Ambos vectores evolucionan de forma distinta. La electricidad proviene en cerca de **80% de fuentes renovables**, acreditadas mediante contratos. Mientras que los combustibles constituyen el principal desafío, debido a que el **diésel concentra el 93%** y su combustión genera emisiones directas de alcance 1, difícil de sustituir en el corto plazo y ligada al transporte en camiones de extracción.

La demanda se concentra en pocas etapas: la **minería a rajo abierto** (44%, casi enteramente diésel) y las **plantas concentradoras** (28%, esencialmente eléctricas) explican cerca de tres cuartos del total. El uso de agua de mar es el proceso de mayor crecimiento: su energía se multiplicó por 5,6 en la década, dominada por la impulsión. Finalmente, la hidrometalurgia y la fundición retroceden por el agotamiento de óxidos y las restricciones de capacidad de fundición.

El escenario refuerza la necesidad de profundizar la gestión y eficiencia energética del sector, junto con avanzar en la descarbonización de los combustibles. La alta penetración de electricidad renovable y la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía constituyen avances relevantes, pero el uso intensivo de diésel continúa siendo el principal desafío de la transición energética minera.

Tabla de contenidos



1 Contexto y alcance

6
página

2 Consumo energético nacional

9
página

3 Composición de la matriz energética

14
página

4 Consumo energético por proceso

19
página

5 Gestión energética

34
página

6 Comentarios finales

37
página

Glosario

EMPAE: Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía. Instrumento que Cochilco aplica anualmente a las operaciones de la gran y mediana minería del cobre y que constituye la fuente de información del informe.

GJ: Gigajulio (10^9 J). Unidad de energía utilizada para expresar el consumo energético y, en relación con la producción, la intensidad energética (GJ/tmf).

GLP: Gas Licuado de Petróleo. Uno de los combustibles considerados en la matriz energética de la minería del cobre.

GWh: Gigawatt-hora. Unidad de energía utilizada para expresar y comparar consumos energéticos. Equivale a 3,6 TJ; por tanto, $1 \text{ PJ} \approx 277,8 \text{ GWh}$.

HEAP: Refiriéndose a Mineral HEAP (por "heap leaching"). Corresponde a mineral que pasará por procesos de conminución para luego ser lixiviado y seguir el proceso hidrometalúrgico.

I-REC: International REC (International Renewable Energy Certificate). Certificado que respalda los atributos renovables asociados a la electricidad consumida.

kt: Kilotonelada (mil toneladas). Unidad usada para expresar volúmenes de producción, como cátodos y ánodos de cobre.

MJ: Megajulio (10^6 J). Unidad de energía utilizada para expresar consumos energéticos y, en relación con el material procesado, la intensidad energética (MJ/t).

Mt: Megatonelada (millón de toneladas). Unidad usada para expresar volúmenes de material extraído, como el lastre en la minería a rajo abierto.

PDCA: Plan-Do-Check-Act (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). Ciclo de mejora continua aplicado a la gestión energética de las operaciones mineras.

PJ: Petajoule (10^{15} J). Unidad de energía utilizada para expresar el consumo energético total del sector.

PPA: Power Purchase Agreement (contrato de compraventa de energía). Mecanismo contractual que respalda el suministro eléctrico, frecuentemente de origen renovable.

ROM: Run of Mine (mineral tal como sale de la mina). Se refiere al mineral que será lixiviado sin chancado previo dentro del proceso hidrometalúrgico.

SAG: Molienda Semiautógena. Línea de procesamiento de conminución de las plantas concentradoras.

SGE: Sistema de Gestión de la Energía. Establecidos por la Ley N.º 21.305 de Eficiencia Energética para que los grandes consumidores midan, controlen y mejoren su desempeño energético.

SX-EW: Extracción por solvente – electroobtención. Ruta hidrometalúrgica para obtener cátodos de cobre a partir de minerales oxidados.

Tcal: Teracaloría. Unidad de energía usada como referencia de equivalencia ($1 \text{ PJ} \approx 238,8 \text{ Tcal}$).

tmf: Tonelada métrica fina. Unidad de producción equivalente a una tonelada métrica de cobre fino contenido, utilizada como referencia para expresar la intensidad energética del sector (GJ/tmf).

Cifras Clave

El año 2025 dejó las siguientes cifras clave para el sector minero del cobre:



210,6 PJ

Consumo energético total



14,8 %

Participación en el consumo energético nacional del 2024



44,0 %

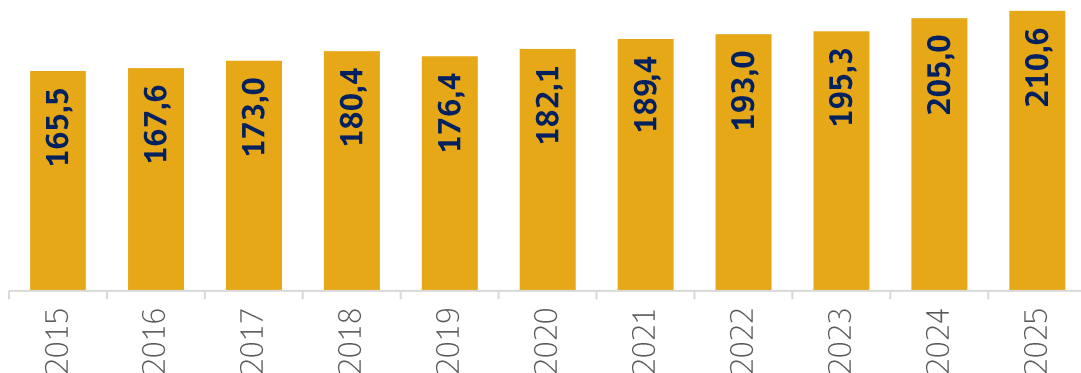
Proceso más intensivo: Minería a rajo abierto



80,1 %

Demanda eléctrica renovable

Consumo energético total en la minería del cobre (PJ)



DESTACADOS DEL AÑO



El consumo eléctrico debido al uso de agua de mar se multiplicó 5,6 veces en la década



El 80,1% de la electricidad consumida se encuentra acreditada con origen en fuentes renovables, consolidando la descarbonización de la matriz eléctrica



El 98% de las operaciones afectas a la Ley de Eficiencia Energética ya cuenta con un Sistema de Gestión Energética implementado

(*) PJ: unidad de energía del Sistema Internacional equivalente a 10^{15} joules (mil billones de joules). El joule (J) se define como $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$, es decir, el trabajo de 1 newton aplicado a lo largo de 1 metro ($1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$). Como referencia, $1 \text{ PJ} \approx 277,8 \text{ GWh}$, $1 \text{ PJ} \approx 238,8 \text{ Tcal}$.

01

CAPÍTULO

Contexto y alcance

Consumo de energía en la minería del cobre. Actualización al año 2025

Cobertura de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía

La fuente de información de este informe proviene de la Encuesta Minera de Producción, Agua y Energía (EMP AE), instrumento que Cochilco aplica anualmente a las operaciones de la gran y mediana minería del cobre del país.

En su edición 2026, la encuesta recogió datos correspondientes al año 2025, con respuesta de 52 operaciones pertenecientes a 27 empresas.

Cabe señalar que estas operaciones abarcan la cadena productiva completa de la minería cuprífera chilena, es decir extracción, procesamiento, fundición y refinación, y no se limitan solo a faenas extractivas, sino que incluyen todas las instalaciones que intervienen en la obtención de cobre.

Por este motivo, tampoco se consideran las faenas cuyo producto principal es un metal distinto del cobre, dado que sus procesos productivos no siempre se ajustan a los procesos de este metal, como tampoco lo hacen aquellas que tienen como producto secundario el cobre.

EDICIÓN 2026

La EMP AE logró encuestar a la totalidad de las operaciones de la gran y mediana minería del cobre de Chile, **cubriendo así el 100% de la producción de cobre fino que Cochilco recopila mensualmente desde las mismas empresas.**

En cuanto a la pequeña minería restante, que igualmente extrae cobre, pero conduce el mineral a poderes de compra y plantas de ENAMI para su procesamiento, **su consumo energético no está considerado dentro del alcance de este informe**, incluyendo su propia etapa de extracción del mineral.

100%

de la **gran y mediana minería del cobre** de Chile es la cobertura de esta edición

52

Operaciones encuestadas, correspondientes a **27 empresas estatales y privadas**

Metodología

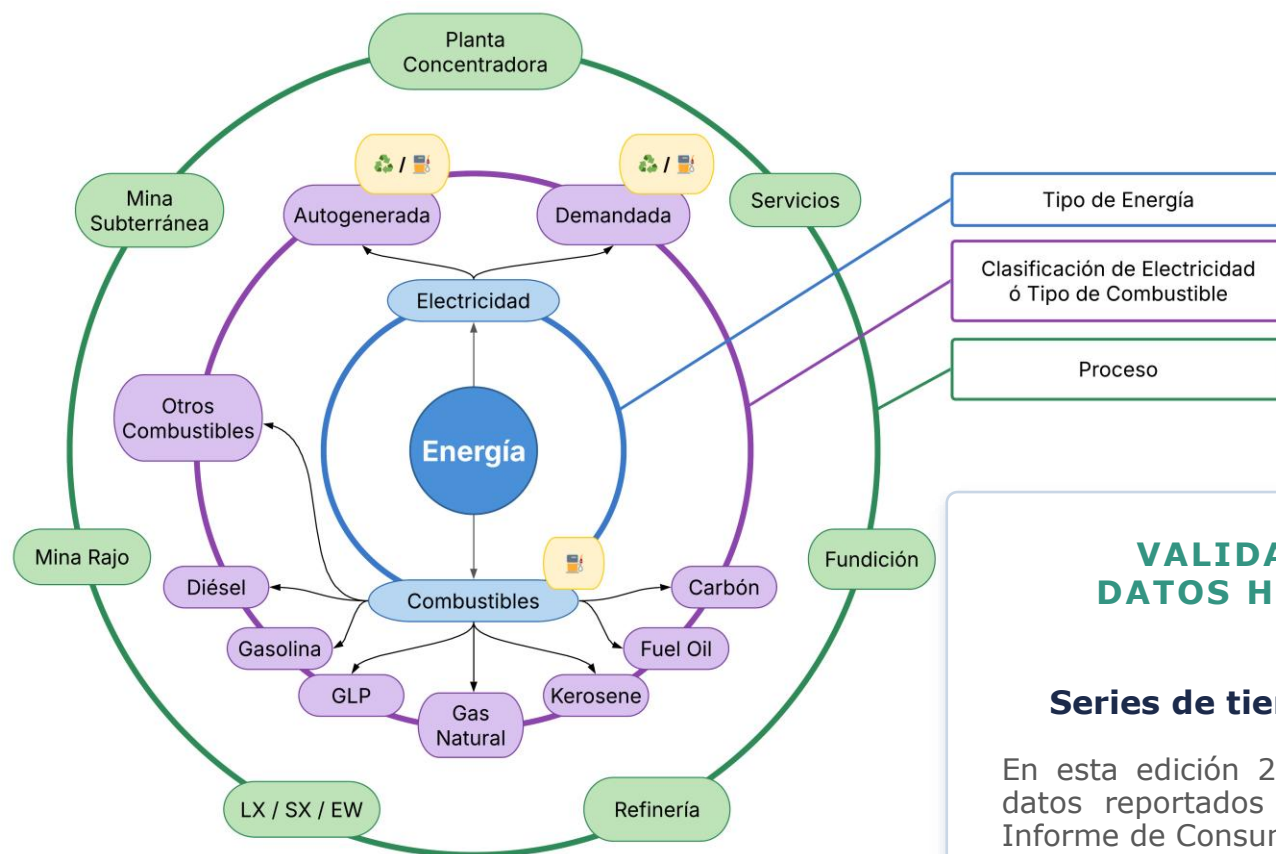
El diagrama de árbol radial, presentado a continuación, muestra cómo la Comisión Chilena del Cobre clasifica la energía consumida por la industria del cobre cada año, en distintas variables.

El primer nivel, en azul, es la fuente: electricidad o combustibles, que ofrece además un primer acercamiento a cómo se distribuyen las emisiones de efecto invernadero, ya que los combustibles corresponden a emisiones directas y la electricidad, en general, a emisiones indirectas por energía adquirida.

El segundo nivel, en lila, es el origen de la energía y entrega información de cómo se adquiere la energía eléctrica y qué tipo de combustible fue utilizado.

El tercer nivel, en verde, corresponde a los procesos de la minería del cobre donde se consume la energía. Es una de las dimensiones de mayor valor analítico ya que permite identificar las zonas críticas de consumo, en perspectiva con los indicadores operacionales de producción.

Otras variables son los procesos unitarios por instalación, que se analizan en detalle por proceso. Además de una desagregación por operación.



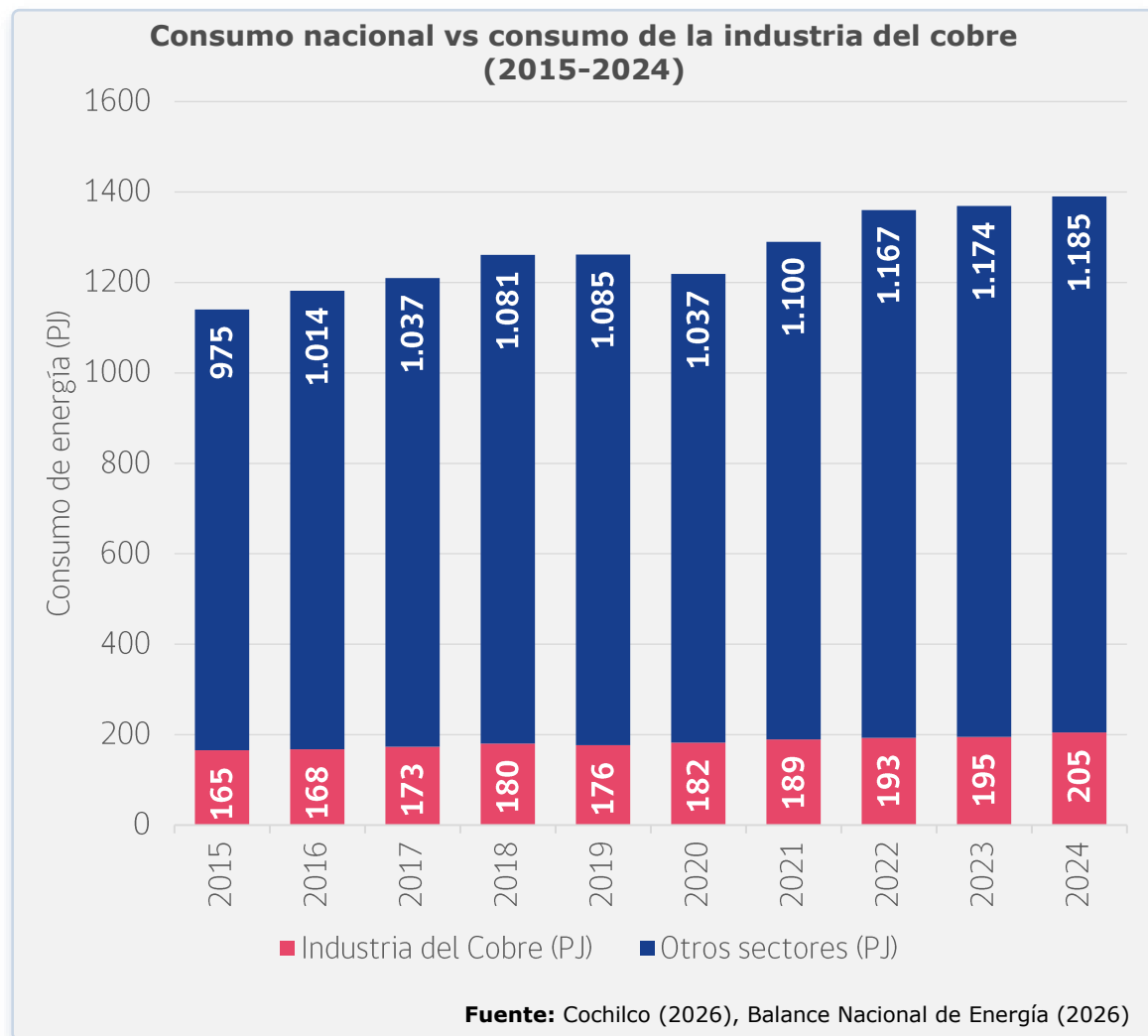
02

CAPÍTULO

Consumo energético nacional

Consumo de energía en la minería del cobre. Actualización al año 2025

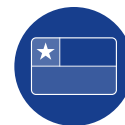
Consumo energético nacional



LA MINERÍA DEL COBRE EN EL PAÍS

Consumo energético entre los años 2015 y 2024

Creció en un 23,9 % (desde 165,5 PJ hasta los 205,0 PJ)



14,8 %

Participación de la industria del cobre a nivel nacional en 2024

Esto es una señal relevante para la planificación energética, ya que, al concentrar una parte importante de la demanda, la minería queda expuesta al costo y a la seguridad del suministro energético, mientras al mismo tiempo, su propio consumo es capaz de impulsar la expansión y descarbonización de la matriz.



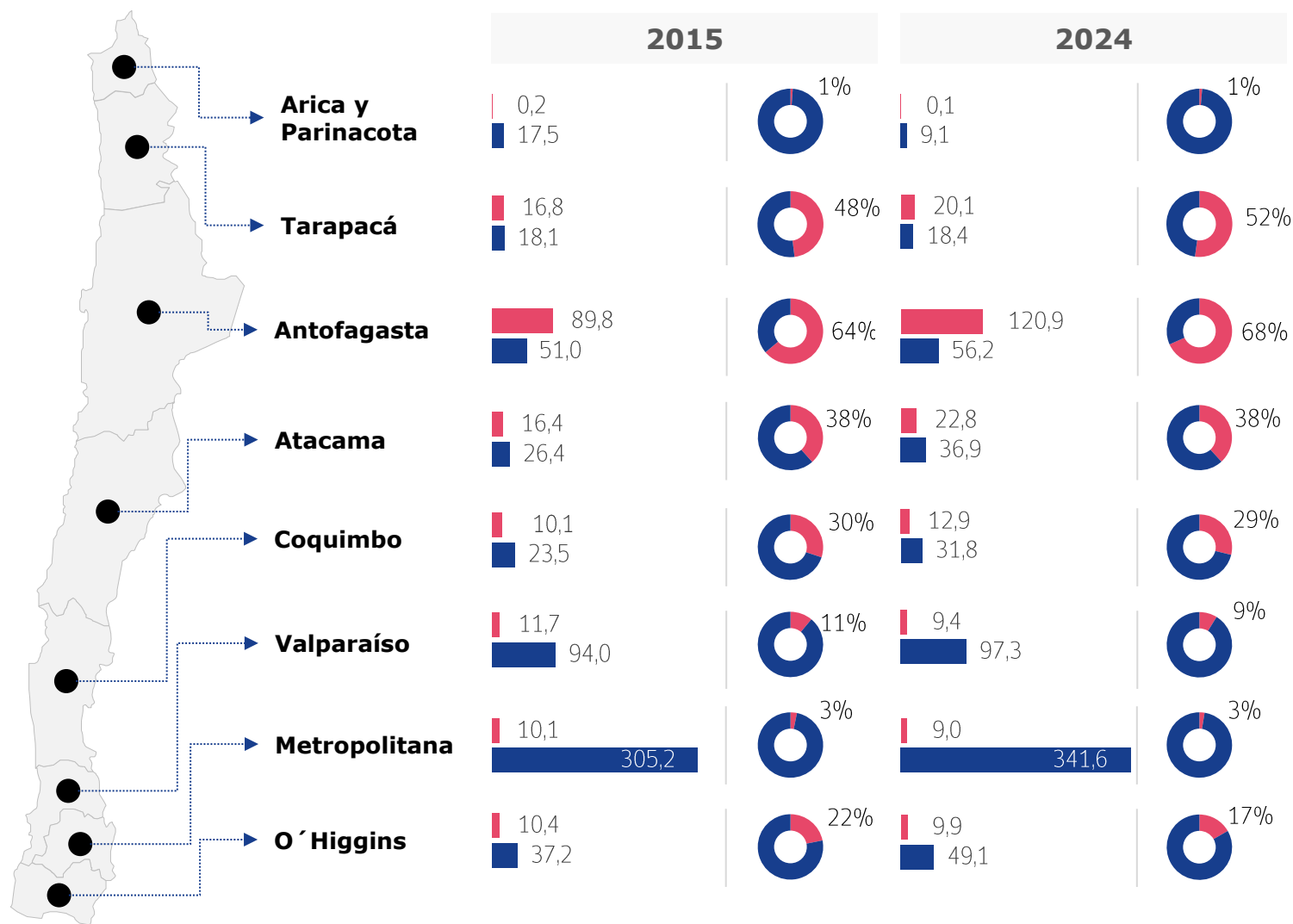
210,6 PJ

Total para el año 2025

Cabe señalar que, al cierre de esta edición, el Balance Nacional de Energía aún no publica cifras para el 2025, por lo que la comparación con el total nacional se acota a 2024.

Consumo energético de la industria del cobre por región

Evolución (PJ) y Participación (%) en el consumo de energía regional de la minería del cobre, 2015 y 2024.



La participación de la minería del cobre en el consumo energético es significativamente mayor en las regiones del norte del país, donde la actividad concentra la mayor parte de la demanda regional. **Antofagasta** es el caso más marcado y, además, la región que más aumentó su participación en la década: el cobre explica el **64% del consumo energético regional en 2015** (89,8 de 140,8 PJ) y sube al **68% en 2024** (120,9 de 177,1 PJ), un alza de **4 puntos porcentuales**. Este avance se sustenta en un incremento del consumo minero de **35%** en el período (de 89,8 a 120,9 PJ), muy por sobre el crecimiento del resto de los sectores de la región.

Tarapacá es la otra región donde la minería gana peso relativo: el cobre pasa de **48% a 52%** del consumo regional (**+4 puntos**), superando por primera vez la mitad de la demanda, con un consumo minero que crece **20%** (de 16,8 a 20,1 PJ). En **Atacama y Coquimbo** el consumo del cobre aumenta con fuerza en términos absolutos —**39%** (16,4 a 22,8 PJ) y **28%** (10,1 a 12,9 PJ), respectivamente—, pero su participación se mantiene relativamente estable, en torno al **38%** en Atacama y al **29%** en Coquimbo, ya que el resto de la demanda regional crece a un ritmo similar.

En contraste, en las regiones donde predominan el consumo residencial y otras industrias, la minería del cobre representa una fracción menor y decreciente. En la **Región Metropolitana** su participación se mantiene marginal, en torno al **3%** (9,0 PJ sobre un total que supera los 350 PJ); en **Valparaíso** baja de **11% a 9%** y en **O'Higgins** de **22% a 17%**, en ambos casos porque el consumo minero cae mientras el resto de la demanda regional se expande. **Arica y Parinacota** se mantiene como la región de menor presencia minera, con una participación cercana al **1%**.

■ Minería del cobre [PJ]
■ Otros sectores [PJ]

Evolución del consumo energético en la industria del cobre

Mientras el consumo de energía muestra una tendencia creciente en el período, la producción se mantiene prácticamente estable, en torno a 5,4 millones de toneladas.

Las fuentes de energía se distribuyen del siguiente modo:



105,0 PJ
Energía Eléctrica
2025

Desde el año 2015 al 2025, el consumo de electricidad ha crecido en un 23,3%.

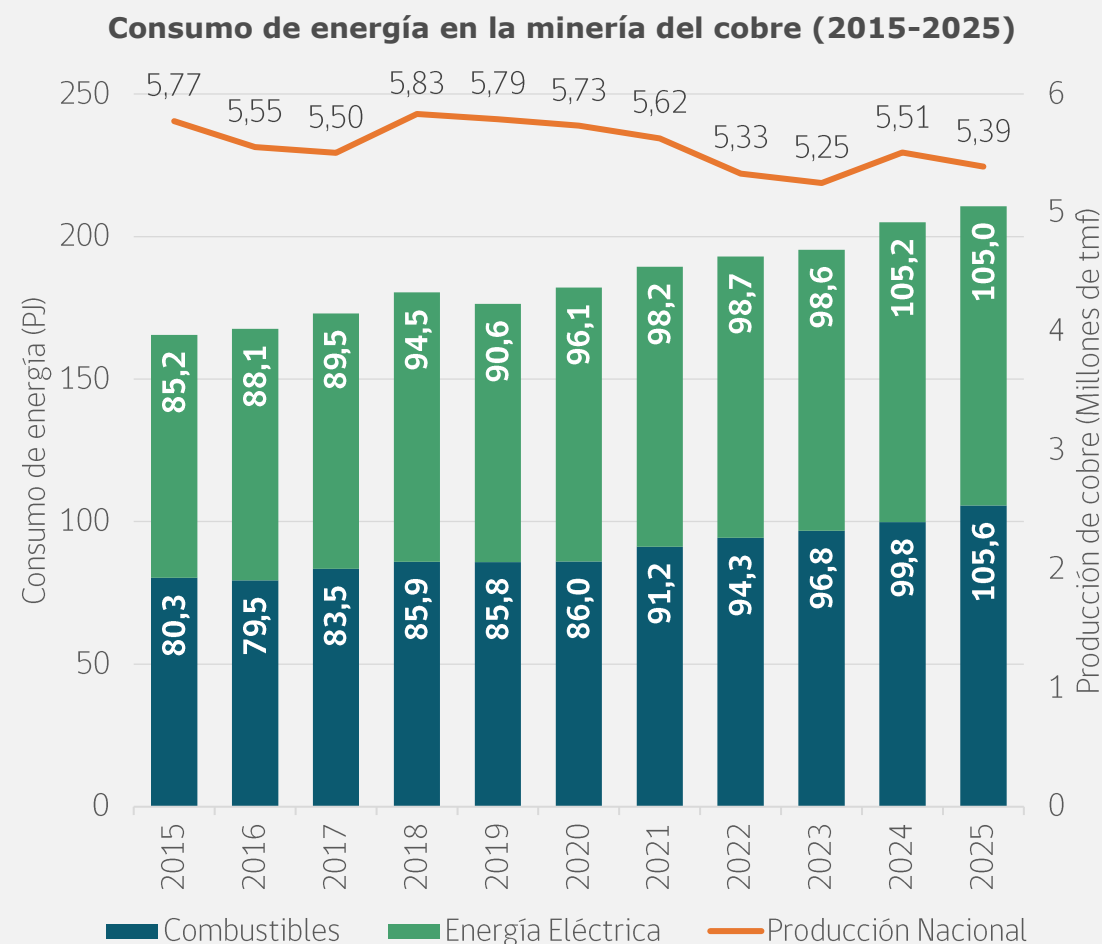
Pero corresponde a una baja de 0,2 PJ con respecto al año 2024.



105,6 PJ
Combustible
2025

En el mismo período, el consumo de combustibles se ha incrementado en un 31,5%.

A su vez, esto significa un 5,8% más que el año 2024.



Fuente: Cochilco (2026).

Intensidad energética



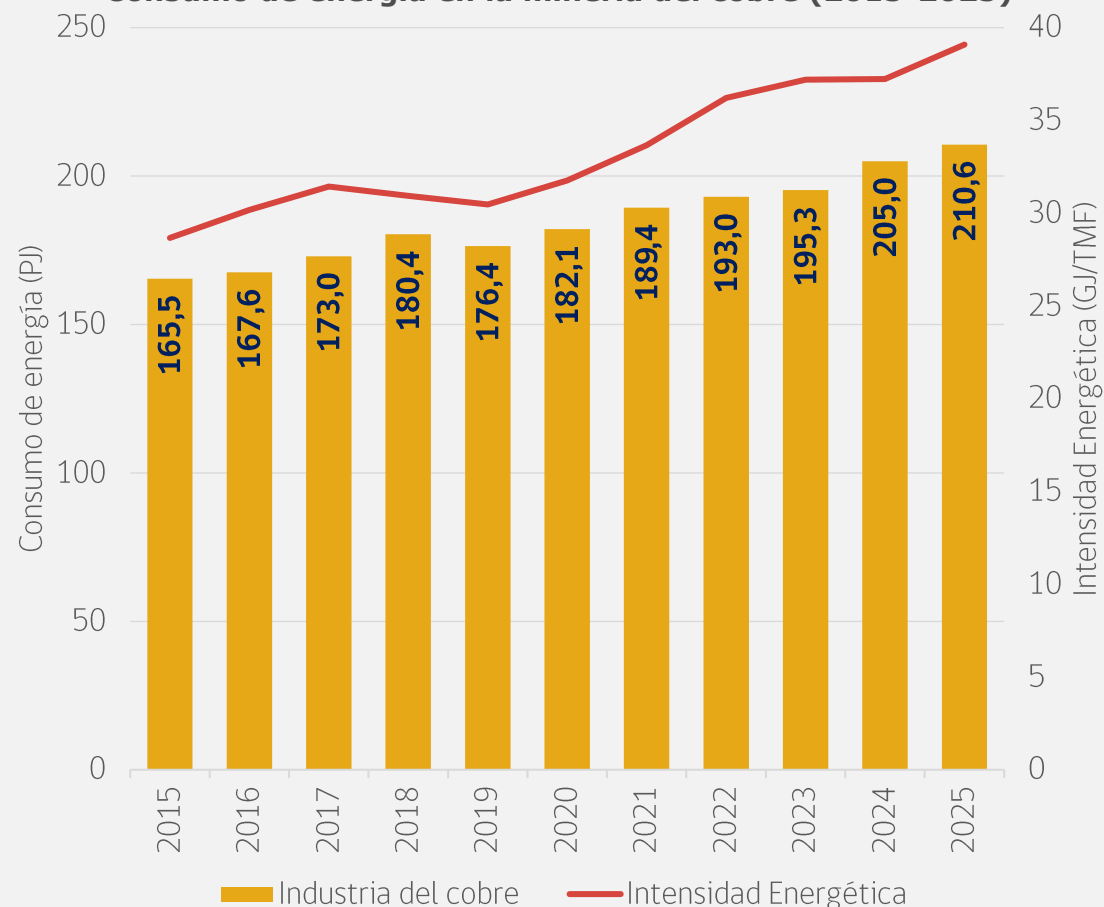
39,1 GJ/tmf

Intensidad energética del 2025
global industria del cobre nacional

El consumo de energía en la minería del cobre se ha desacoplado de la producción de cobre fino a nivel país, es decir que, para obtener cantidades similares de metal, la energía requerida crece de forma sostenida. Esta tendencia se explica por los obstáculos estructurales propios de la actividad minera. El principal, es tendencia de extraer mayores volúmenes de mineral de sulfuro de cobre junto con movilizar cada vez más lastre para acceder a las reservas de mineral.

Chile, por su extendida tradición minera, opera yacimientos con ciclos de vida que en promedio superan los 30 años, lo que agrava esta dinámica. En las faenas a rajo abierto, extraer una tonelada de mineral implica remover un volumen cada vez más elevado de lastre para habilitar las fases operacionales, con el consiguiente aumento del consumo energético asociado al transporte y procesamiento de estéril. En la minería subterránea, en tanto, los problemas operativos se intensifican a medida que aumenta la profundidad, dado que la fortificación se vuelve más compleja por las condiciones geotécnicas y la redistribución de los esfuerzos.

Consumo de energía en la minería del cobre (2015-2025)



Fuente: Cochilco (2026).

03

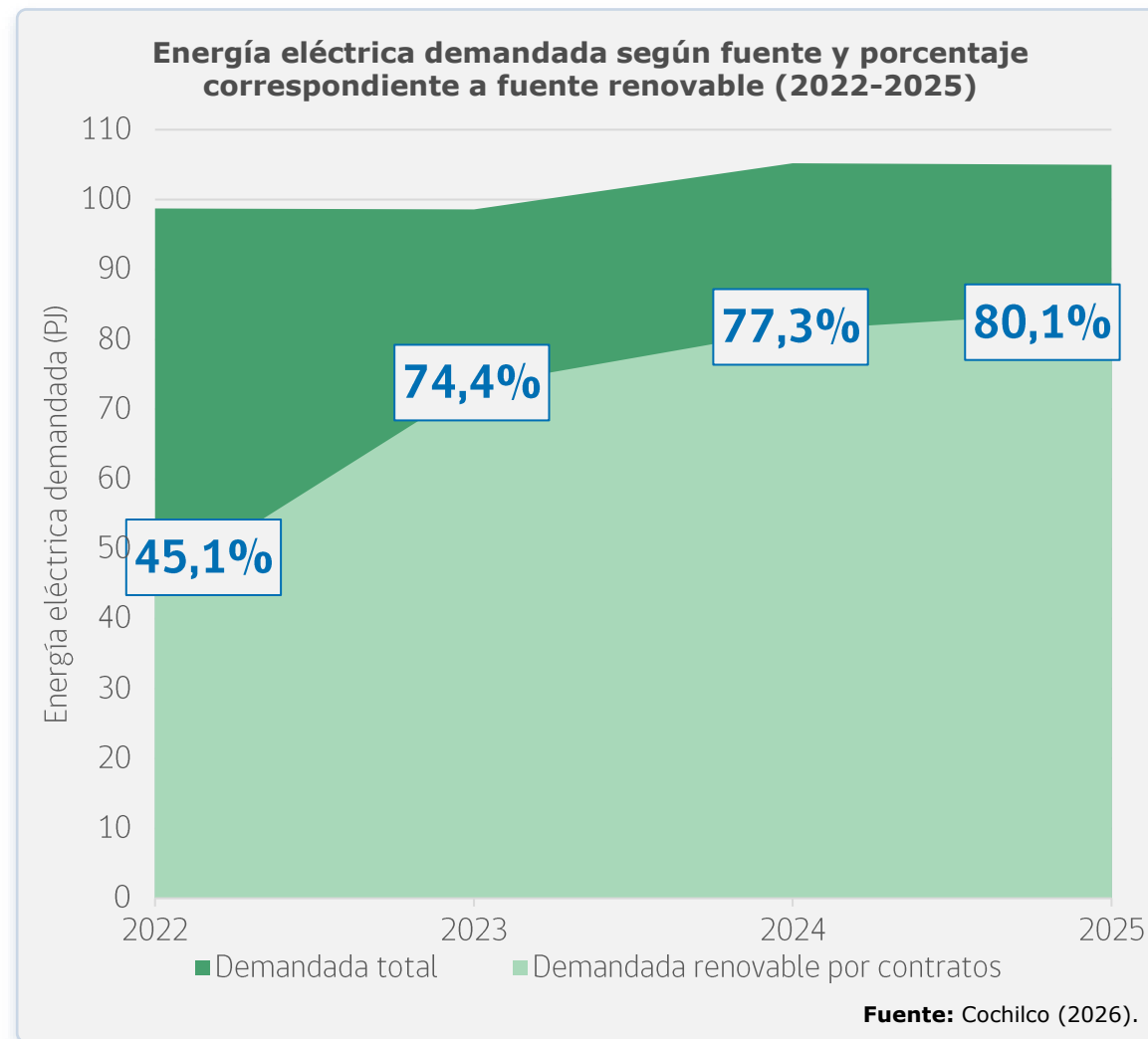
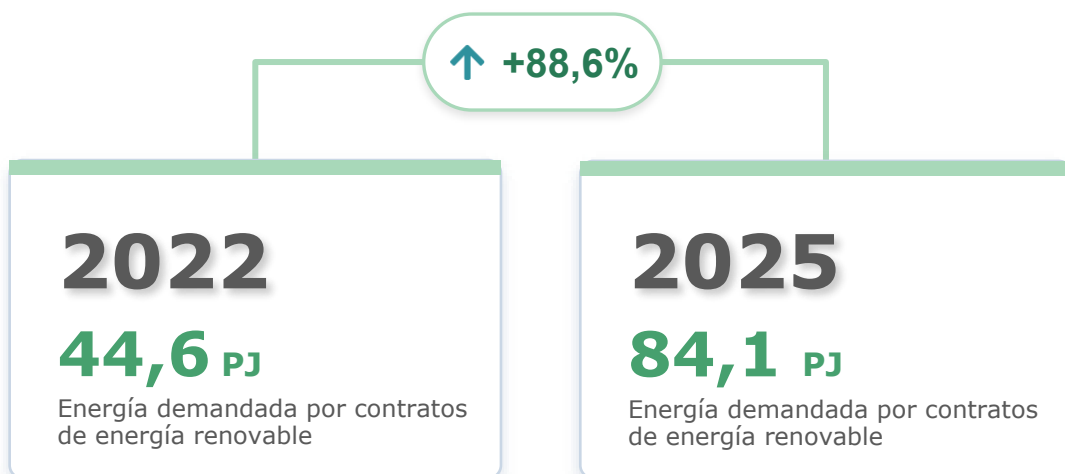
CAPÍTULO

Composición de la matriz energética

Consumo de energía en la minería del cobre. Actualización al año 2025

Consumo energético de electricidad según fuente

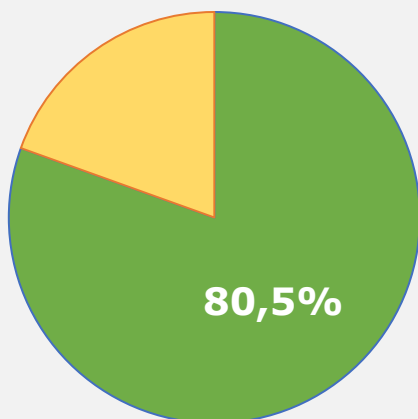
Entre 2022 y 2025 se observa un aumento sostenido de la participación de electricidad proveniente de **contratos de suministro renovable**, pasando de **45,1%** a **80,1%** del total demandado. Entre estos mecanismos destacan los PPA (*Power Purchase Agreements*), contratos de compraventa de energía que permiten asegurar suministro eléctrico bajo condiciones acordadas y que, cuando están asociados a fuentes renovables, respaldan que el consumo de las faenas tenga origen renovable. Además, existen otros mecanismos de acreditación, como los *I-REC*, certificados que permiten respaldar los atributos renovables asociados a la electricidad consumida.



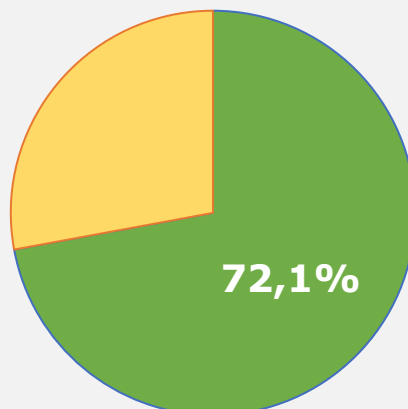
Consumo energético de electricidad según fuente

Participación de las energías renovables en la demanda total de energía eléctrica (2025)

Gran Minería



Mediana Minería



80,9 PJ

Energía eléctrica demandada por contratos de energía renovable en la **Gran Minería** del cobre al **2025**

3,2 PJ

Energía eléctrica demandada por contratos de energía renovable en la **Mediana Minería** del cobre al **2025**

Entre **2022 y 2025**, ambas escalas aumentaron fuertemente su energía renovable contratada: la gran minería pasó de **42,8 a 80,9 PJ**, mientras la mediana minería subió de **1,7 a 3,2 PJ**.

Evolución de la energía eléctrica autogenerada en la minería (2022-2025)

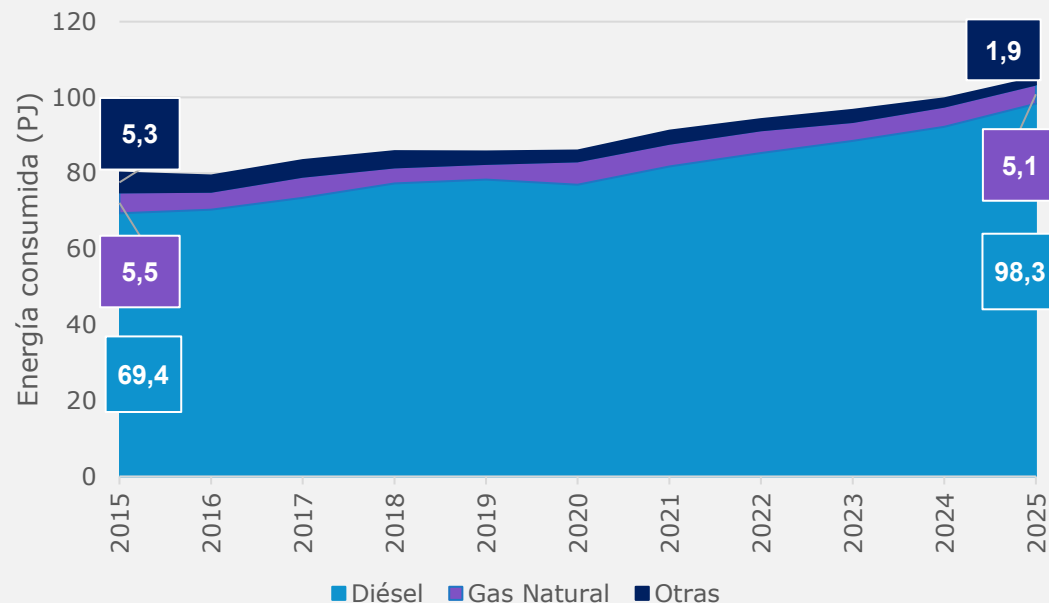
Año	No renovable (PJ)	Renovable (PJ)	Total autogenerado (PJ)	% del consumo eléctrico
2022	0,52	<0,001	0,52	0,53%
2023	0,50	<0,001	0,50	0,51%
2024	0,78	<0,001	0,78	0,74%
2025	0,71	0,03	0,74	0,71%

En cuanto a la energía autogenerada, esta se mantuvo por debajo del **1%** del consumo eléctrico alcanzando su máximo en 2024 (0,78 PJ). La autogeneración no renovable está asociada principalmente a **correas autogenerativas**, sistemas que aprovechan el descenso del mineral transportado para que sus motores operen como generadores y recuperen electricidad.

Fuente: Cochilco (2026).

Consumo energético de combustibles según fuente

Consumo de combustible en la minería del cobre por tipo
(2015-2025)

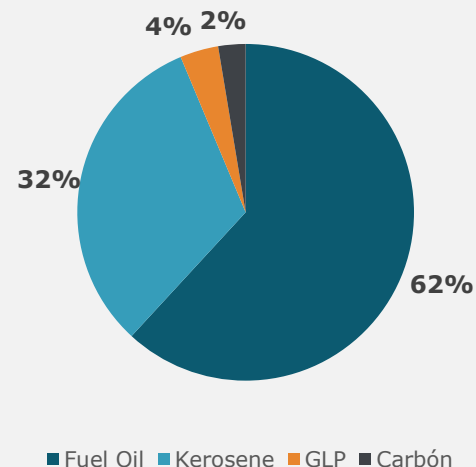


Fuente: Cochilco (2026).

Desagregación de "Otras"

Los porcentajes son en base al 1,8% restante del consumo total de combustibles

Total de otras: 1,86 PJ



La composición se vuelve cada vez más homogénea, ya que mientras el diésel gana peso, el Fuel Oil, el carbón y el GLP prácticamente van desapareciendo de la matriz.

El alza del diésel no responde a una menor eficiencia, sino al aumento sostenido del movimiento de material.

Leyes de mineral más bajas y una mayor razón estéril/mineral obligan a transportar volúmenes crecientes por tonelada de cobre.

Existe una reducción de la diversificación energética del sector, aumentando la exposición a la volatilidad del precio del petróleo y riesgos de suministro.

Sin un sustituto maduro para el diésel, el transporte del rajo concentra el mayor desafío de descarbonización.

↑ 93 %

Participación del diésel en el consumo de combustibles en 2025.
En 2015 era de un 87%.

↓ 75 %

Caída del consumo del Fuel Oil entre 2015 y 2025.
Es el mayor descenso de un combustible.

5 PJ

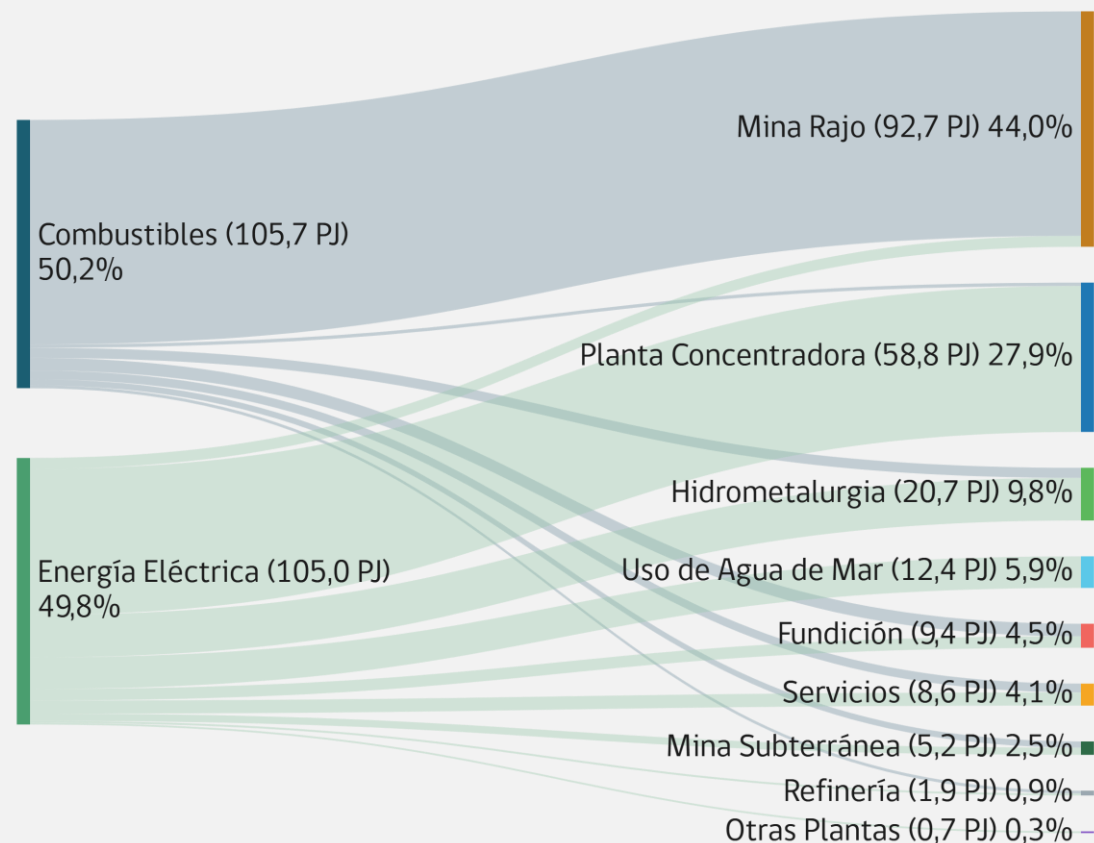
El consumo de gas natural se ha mantenido estable en torno a los 5 petajulios durante el periodo analizado.

Distribución de las fuentes de energía en los procesos del cobre

Luego de exponer como ambos vectores energéticos son caracterizados, resulta necesario ilustrar como se distribuye el consumo total en las distintas etapas del proceso productivo del cobre. El **gráfico** presenta la trazabilidad completa de la energía consumida por la minería del cobre desde su origen hasta el proceso productivo que la demanda.

El consumo se reparte de modo prácticamente equivalente entre ambas fuentes: Combustibles y Energía Eléctrica. Sin embargo, los procesos respectivos que los demandan son marcadamente distintos. La minería a rajo abierto concentra el mayor consumo (**92,7 PJ**), abasteciéndose casi por completo de combustibles, debido a la intensidad en diésel del transporte por camiones de extracción. Las plantas concentradoras del país constituyen el segundo proceso en magnitud de energía (**58,8 PJ**), la cual es suministrada casi en su totalidad por fuentes eléctricas, coherente con los consumos por molienda. Las plantas hidrometalúrgicas (**20,7 PJ**) y el Uso de Agua de Mar (**12,4 PJ**) completan la lista de procesos con mayor peso, ambos predominantemente eléctricos.

Gráfico: Distribución de combustibles y energía eléctrica en los procesos de la minería del cobre (2025)



Fuente: Cochilco (2026).

04

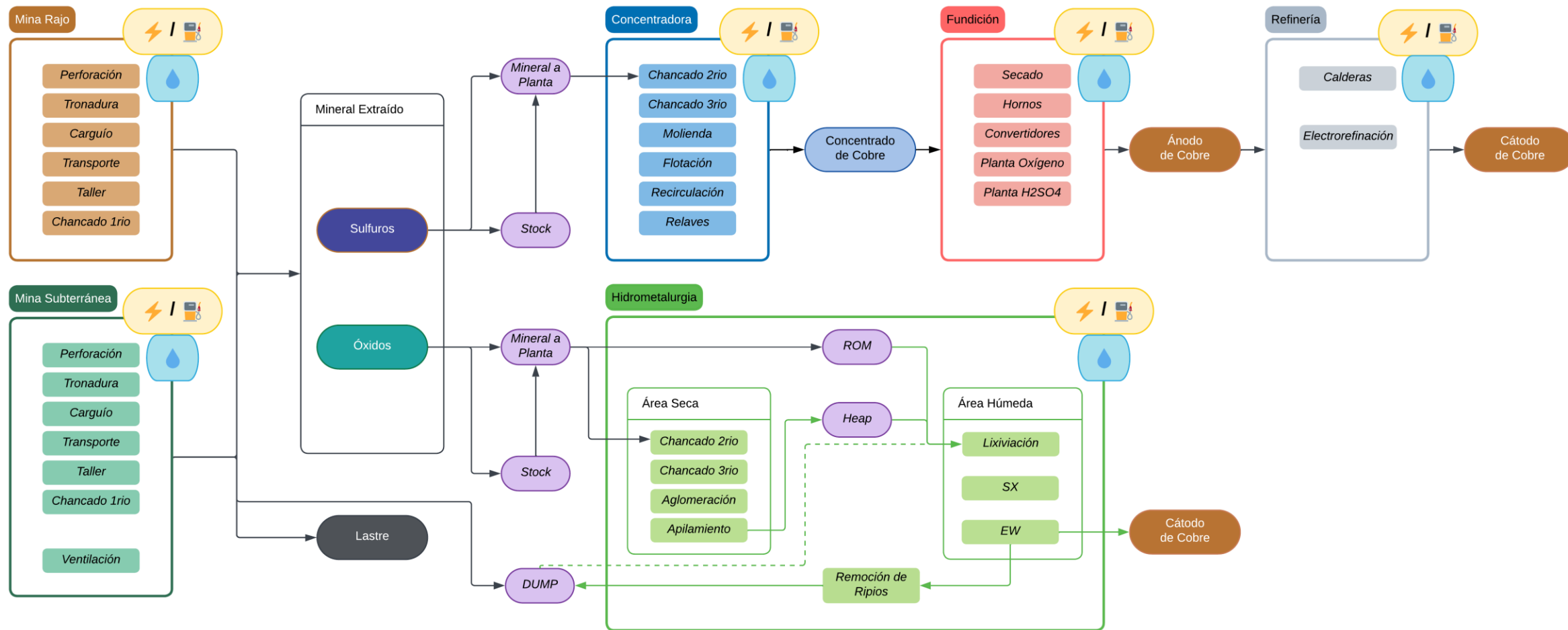
CAPÍTULO

Consumo energético por proceso

Consumo de energía en la minería del cobre. Actualización al año 2025

La energía en la cadena de valor del cobre

El diagrama de procesos ilustra cómo la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) agrupa los procesos unitarios considerados en la EMPAE en macroprocesos, definidos según las instalaciones asociadas a cada etapa productiva. Se aprecia que todas ellas requieren de energía, ya sea de origen eléctrico o proveniente de combustibles, como también de agua, para procesar el mineral y transformarlo, proceso a proceso, en un producto de valor agregado.



Consumo energético en la industria del cobre por proceso en Chile

A continuación, se muestra la evolución del consumo energético por proceso entre 2015 y 2025. En 2025, la demanda se concentra en pocas etapas, la minería a rajo abierto representa el **44%** del total (**92,7 PJ**) y la planta concentradora el **28%** (**58,8 PJ**); entre ambas explican cerca de tres cuartos del consumo del sector. Les siguen, a distancia, la hidrometalurgia (**9,8%**), el uso de agua de mar (**5,9%**) y la fundición (**4,5%**).

El crecimiento global a lo largo de los años se explica principalmente por el rajo (**+41,5%**) y la concentradora (**+31,5%**), a lo que se suma el uso de agua de mar, que se multiplica por 5,6 y pasa a ser un proceso de peso creciente. En sentido inverso, la hidrometalurgia retrocede **19%** y la fundición **29%**, en línea con el agotamiento de reservas oxidadas y la menor actividad de fundición.



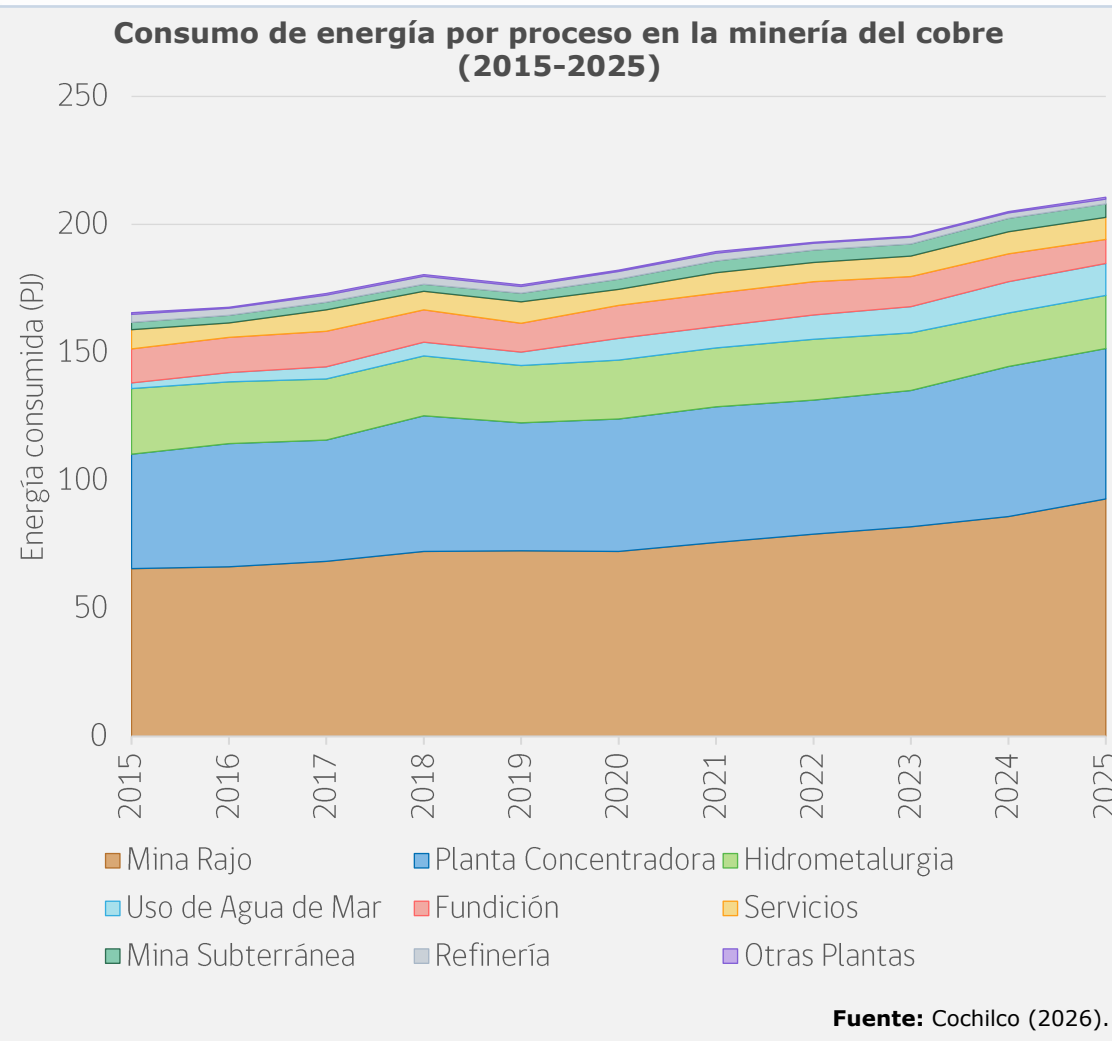
44,0 %

Proceso más intensivo:
Minería a rajo abierto



27,9 %

Segundo proceso más intensivo:
Planta concentradora



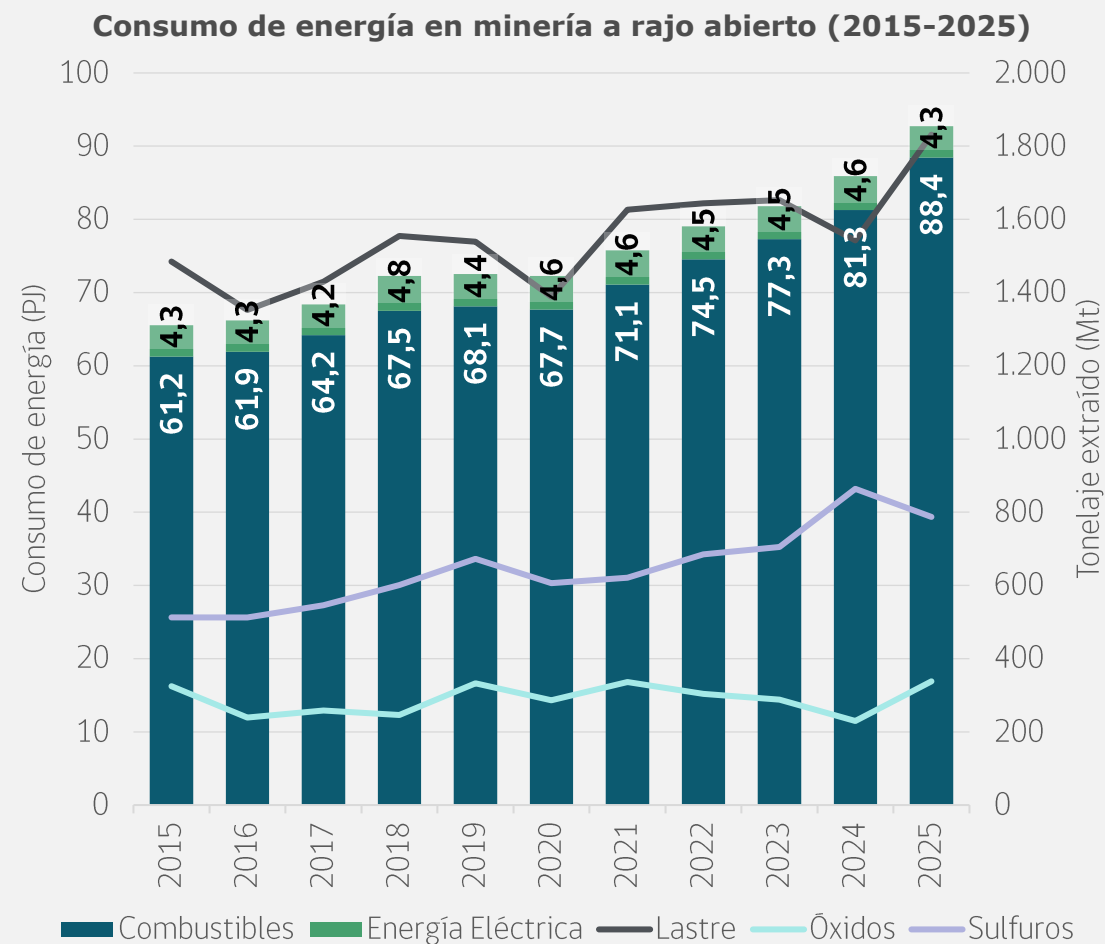
Consumo energético en la minería a rajo abierto (1/2)

La minería a rajo abierto representa el **44%** del consumo energético de la industria del cobre. El proceso se abastece casi exclusivamente de combustibles: en 2025 estos representan el 95% de la energía del rajo (**88,4 de 92,7 PJ**) y crecieron **44%** en el período, mientras el componente eléctrico permanece estable en torno a **4,3 PJ**.

Este comportamiento se explica por el movimiento de material. La producción de sulfuros aumentó **54%** entre 2015 y 2025 y el lastre removido creció **23%** (hasta cerca de 1.831 Mt en 2025), lo que exige transportar volúmenes crecientes de mineral y estéril mediante camiones de extracción diésel. Dado que el rajo es a la vez el proceso más intensivo del sector y el más dependiente de combustibles fósiles, concentra el mayor desafío de descarbonización de la industria.

Cabe una lectura prudente: el alza del consumo no puede interpretarse directamente como una baja en la eficiencia, dado que está fuertemente condicionado por cambios estructurales y operacionales.

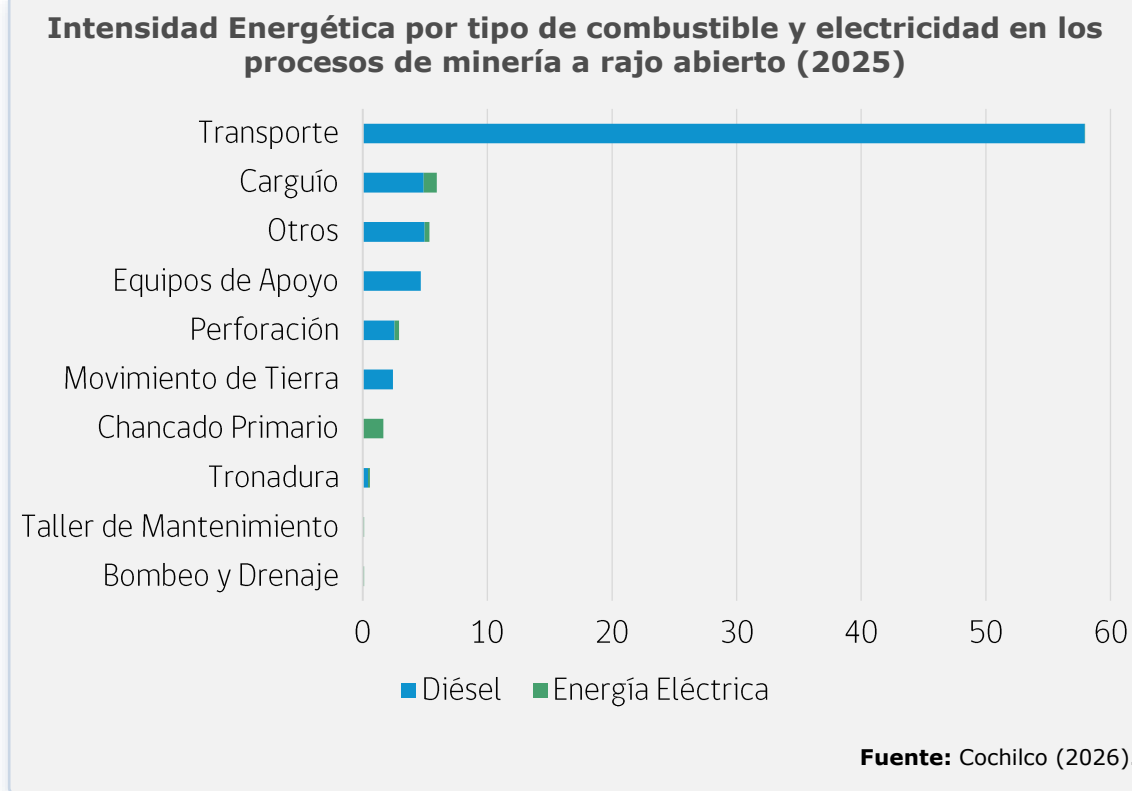
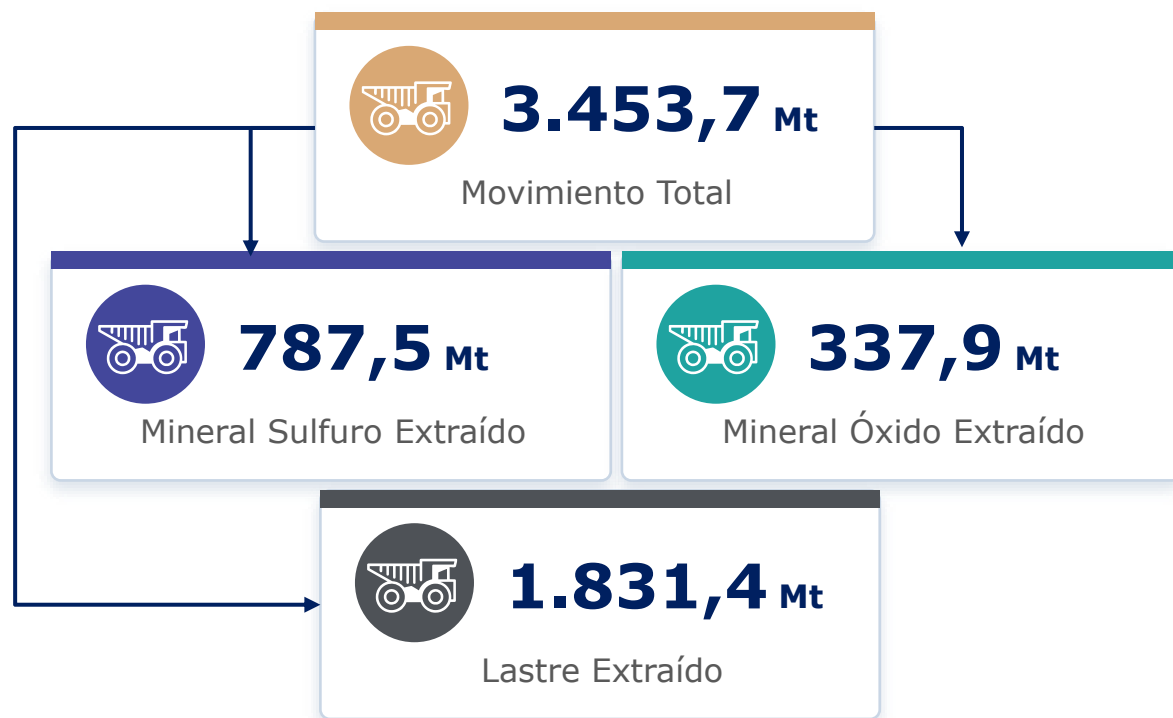
Junto con lo anterior, es importante señalar que este análisis se refiere a minas que ya se encontraban en operación. De hecho, la última faena a rajo abierto que inició actividades como proyecto greenfield (es decir un nuevo distrito y una nueva mina desde cero) lo hizo hace más de una década.



Fuente: Cochilco (2026).

Consumo energético en la minería a rajo abierto (2/2)

Si la minería chilena del cobre a rajo abierto se consolidara en una única operación, estos serían sus indicadores operacionales. El desglose por proceso unitario muestra que el transporte concentra casi toda la intensidad energética del rajo, cerca de 57,9 MJ por tonelada de mineral extraído, prácticamente en su totalidad diésel, muy por sobre el carguío, los equipos de apoyo y la perforación; los procesos eléctricos, como el chancado primario, tienen incidencia marginal. Se confirma así que la huella energética del rajo es, ante todo, una huella de transporte de material en camiones de extracción.



(*) La diferencia entre los totales corresponde a remanejos y otros movimientos

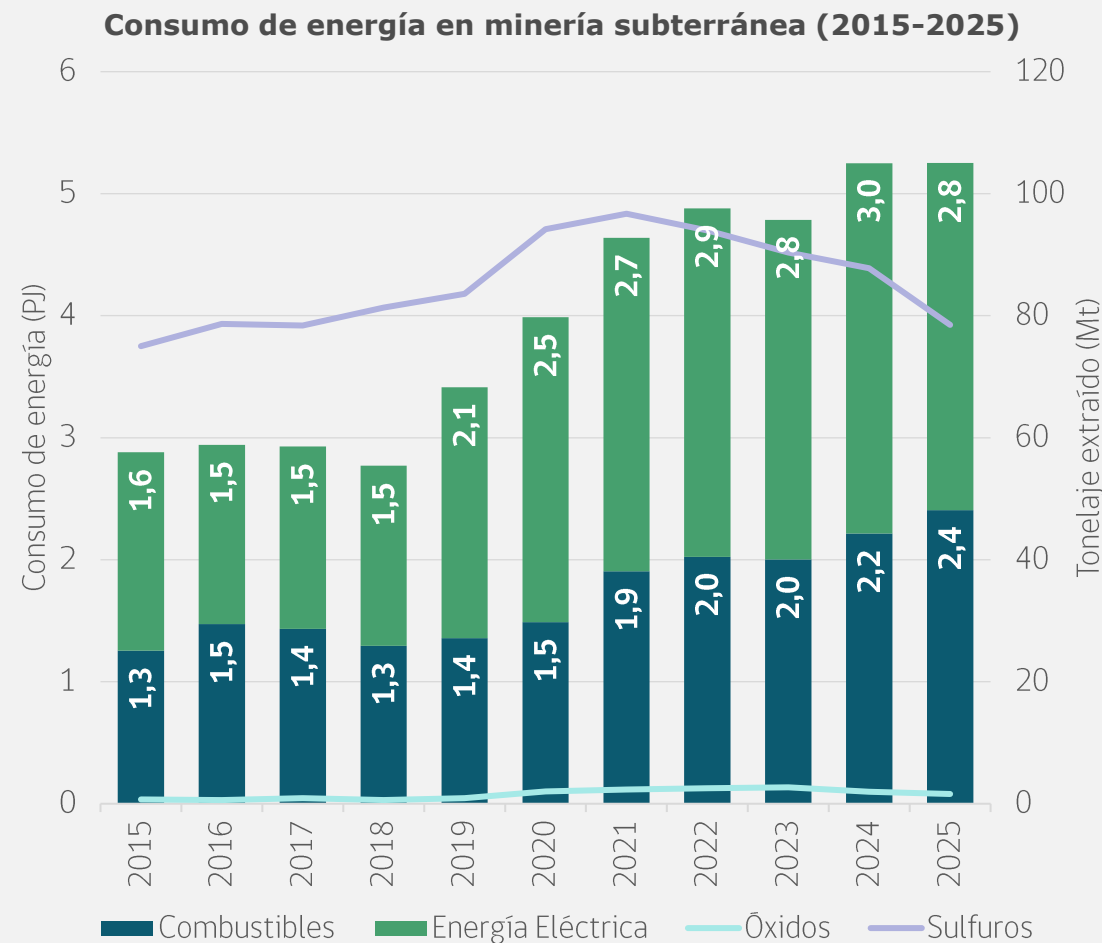
(**) En el gráfico no se incluyen la intensidad energética de Gasolina por su valor marginal, menor a 0,1 (MJ/tonelada de mineral extraído)

Consumo energético en la minería subterránea (1/2)

El gráfico muestra el consumo energético de la minería subterránea, un proceso de magnitud acotada (en torno a 5,3 PJ en 2025) pero de rápido crecimiento. A diferencia del rajo, su matriz es más equilibrada: la electricidad (2,9 PJ) supera levemente a los combustibles (2,4 PJ), aunque ambos vectores prácticamente se duplican en el período (+75% y +92%, respectivamente).

El aumento se asocia a la profundización de las operaciones, que intensifica los requerimientos de ventilación, bombeo, fortificación y transporte a medida que crecen las distancias y se complejizan las condiciones geotécnicas. La producción de sulfuros que sostiene este proceso alcanzó su máximo hacia 2021 y desde entonces modera su ritmo, de modo que el alza reciente del consumo responde más a mayores exigencias operativas.

Su peso relativo es hoy menor, pero la señal es pertinente para la planificación: el desarrollo de nuevos proyectos subterráneos y la transición de rajos maduros hacia la explotación subterránea podrían elevar la incidencia de este proceso en los próximos años.



Fuente: Cochilco (2026).

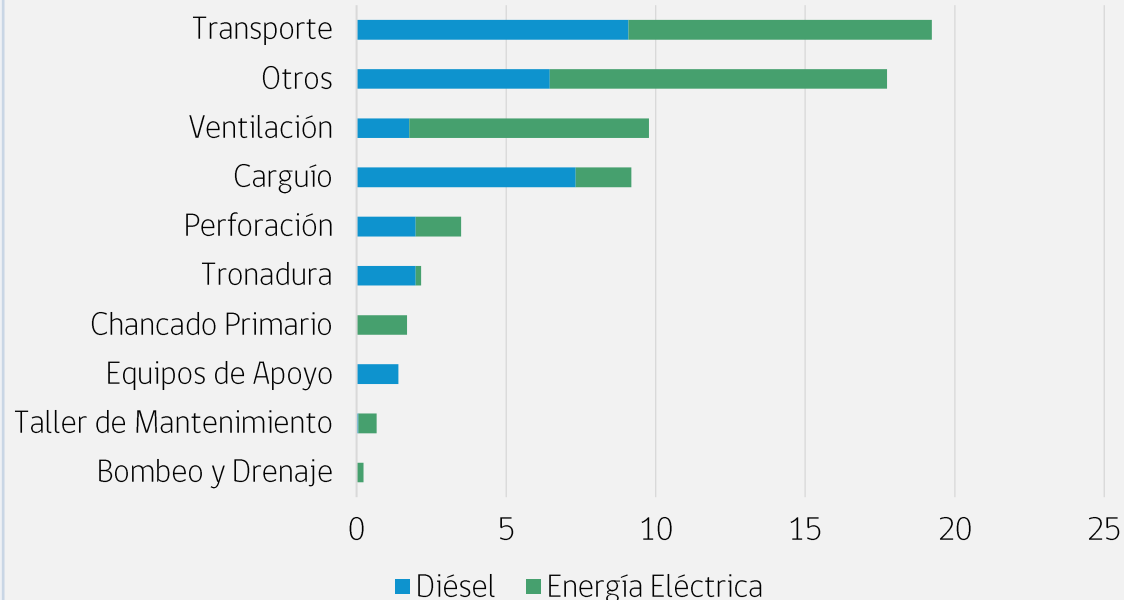
Consumo energético en la minería subterránea (2/2)

Si la minería chilena del cobre subterránea se consolidara en una única operación, estos serían sus indicadores operacionales.

En la minería subterránea la intensidad se reparte de forma más equilibrada entre diésel y electricidad. El transporte vuelve a liderar (unos 19,2 MJ/t sumando ambos vectores), pero se le añade con fuerza la ventilación (de carácter eléctrico y propia de la operación subterránea), junto con el carguío.

Este perfil energético refleja las exigencias que impone la profundización, si bien no se extrae lastre, extraer mineral desde los niveles subterráneos, implica otro tipo de exigencias, como la ventilación, que es 9,8 MJ por tonelada de mineral extraído.

Intensidad Energética (MJ/t) por tipo de combustible y electricidad en los procesos de minería subterránea (2025)



Fuente: Cochilco (2026).



78,5 Mt

Mineral Sulfuro Extraído



1,6 Mt

Mineral Óxido Extraído

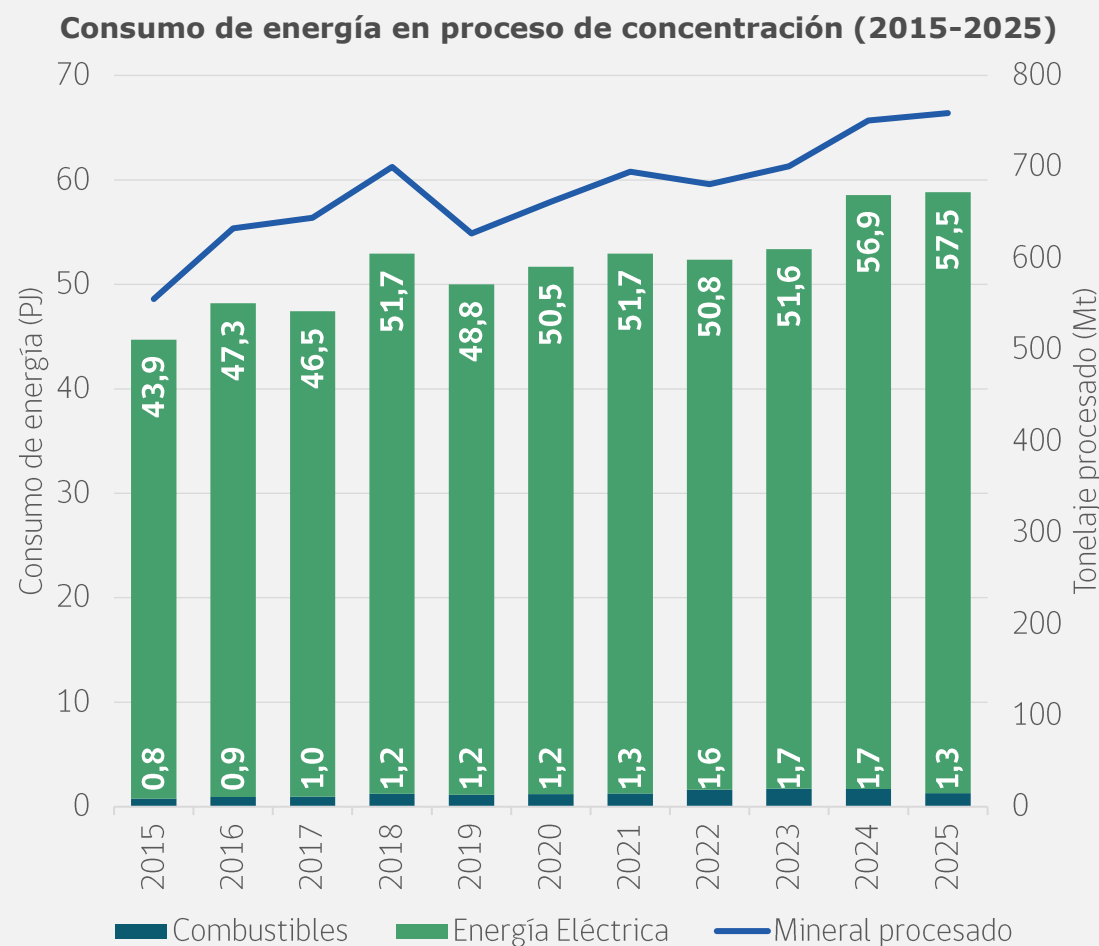
(*) En el gráfico no se incluyen la intensidad energética de Gasolina, ni GLP por su valor marginal, menor a 0,1 (MJ/tonelada de mineral extraído)

Consumo energético en las plantas concentradoras (1/2)

El gráfico presenta el consumo energético de las plantas concentradoras junto con el mineral procesado. Se trata de un proceso esencialmente eléctrico: la electricidad representa el 98% de su consumo (57,5 de 58,8 PJ en 2025) y creció 31% en el período, mientras los combustibles tienen una incidencia marginal.

El consumo eléctrico acompaña de cerca al mineral procesado, que aumentó 37% entre 2015 y 2025, reflejo de la mayor participación de los sulfuros en la producción nacional, donde su volumen extraído obliga directamente a moler más roca por unidad de cobre fino. La molienda es el principal componente de esta demanda, lo que explica la estrecha relación entre energía y tonelaje tratado.

Por su carácter eléctrico, la concentradora es uno de los procesos donde la descarbonización resulta más accesible: su huella depende directamente de la matriz de generación y de la cobertura contractual con energías renovables. Es, por ello, un ámbito donde los avances en electricidad limpia se traducen con mayor eficacia en reducción de emisiones.



Fuente: Cochilco (2026).

Consumo energético en las plantas concentradoras (2/2)

Si la industria de plantas concentradoras de cobre se consolidara en una única operación, estos serían sus indicadores operacionales.

En las plantas concentradoras la intensidad se concentra en la molienda: la tradicional (25,3 MJ/t) y la SAG (23,9 MJ/t) suman por sí solas cerca de 50 MJ por tonelada procesada, seguidas a distancia por la flotación (9,7 MJ/t). Prácticamente toda esta demanda es eléctrica. La conminución es, por tanto, el gran determinante del consumo de la concentradora, y su intensidad tiende a aumentar a medida que se debe procesar mayor cantidad de mineral.



758,8 Mt

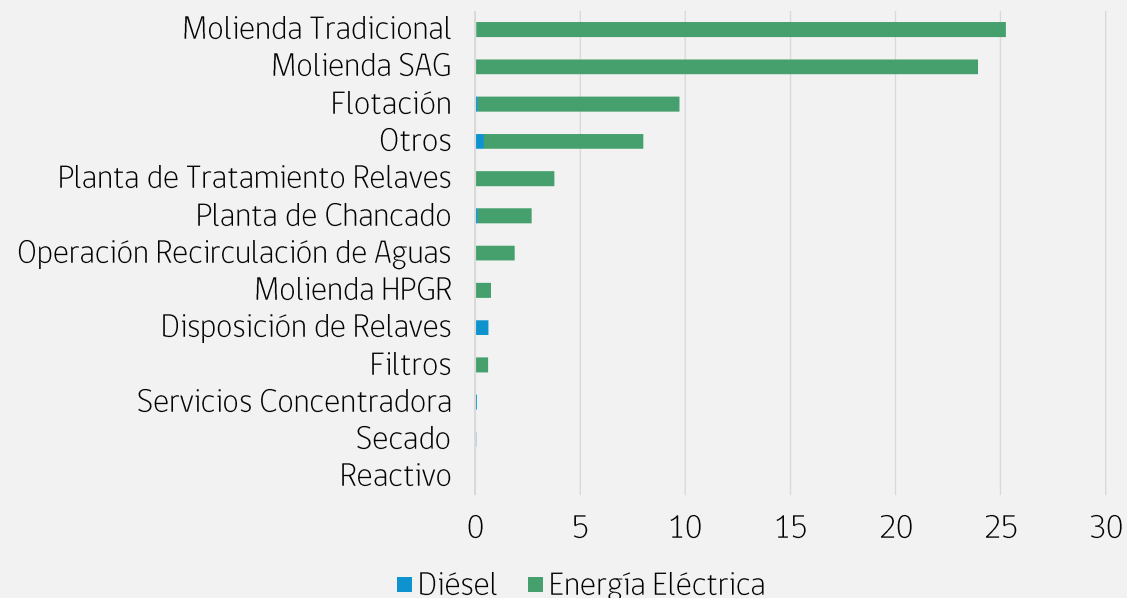
Mineral Procesado en
plantas concentradoras



16,6 Mt

Concentrado de cobre
producido

Intensidad Energética por tipo de combustible y electricidad en los procesos de concentradora (2025)



Fuente: Cochilco (2026).

(*) En el gráfico no se incluyen la intensidad energética de Gasolina, GLP, ni Kerosene por su valor marginal, menor a 0,1 (MJ/tonelada de mineral procesado)

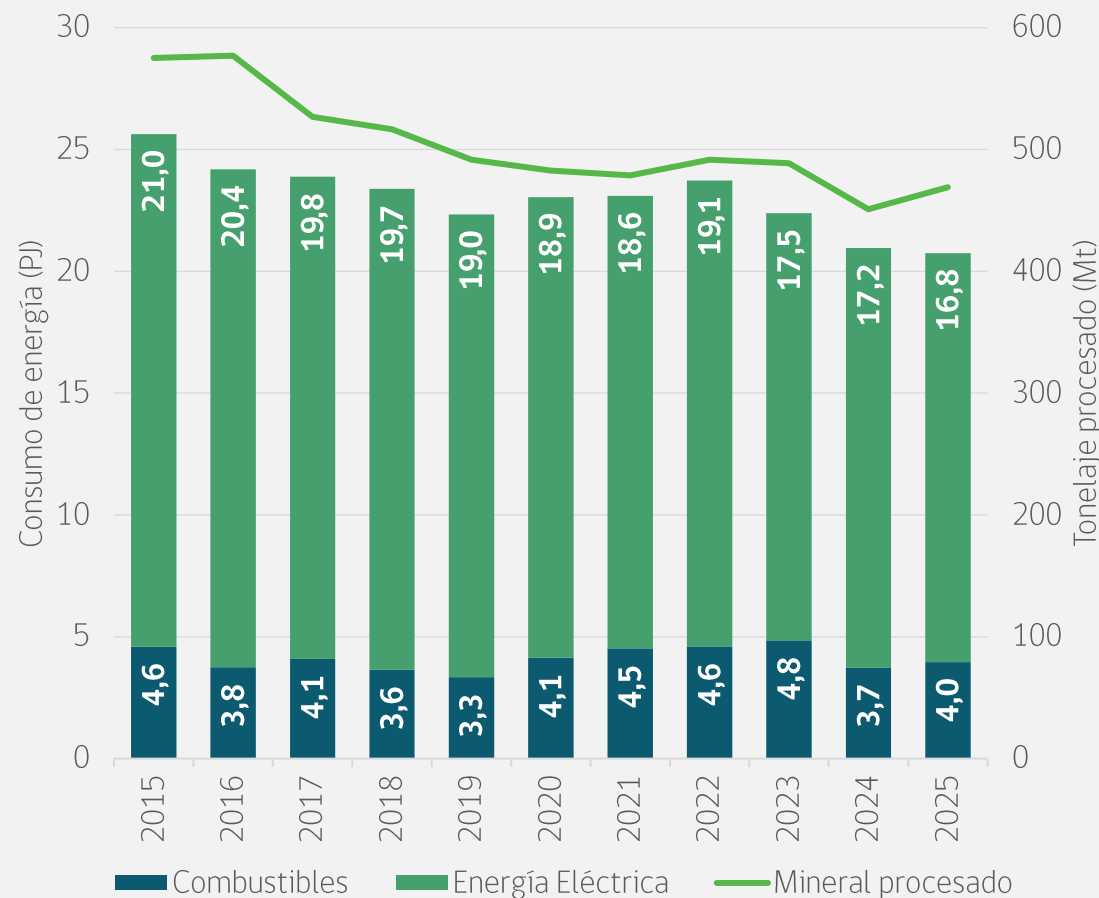
Consumo energético en las plantas hidrometalúrgicas (1/2)

El gráfico muestra el consumo energético de las plantas hidrometalúrgicas, uno de los pocos procesos con tendencia decreciente. La electricidad, su principal vector, retrocede 20% en el período (de 21,0 a 16,8 PJ), en línea con la caída de 18% del mineral procesado por esta vía.

La contracción es de carácter estructural y responde al agotamiento progresivo de las reservas de minerales oxidados, que alimentan la lixiviación y el proceso SX-EW. A medida que las operaciones migran hacia minerales sulfurados, tratados en concentradoras, la hidrometalurgia pierde peso en la matriz de procesos del cobre chileno.

Esta transición tiene una lectura energética relevante: desplaza consumo desde un proceso eléctrico y de intensidad decreciente hacia la concentración y, sobre todo, hacia el rajo, más intensivos en energía y en combustibles. En otras palabras, el retroceso de la hidrometalurgia, aunque reduce el consumo de esta etapa, contribuye indirectamente al aumento de la intensidad energética global del sector.

Consumo de energía en el proceso de hidrometalurgia (2015-2025)



Fuente: Cochilco (2026).

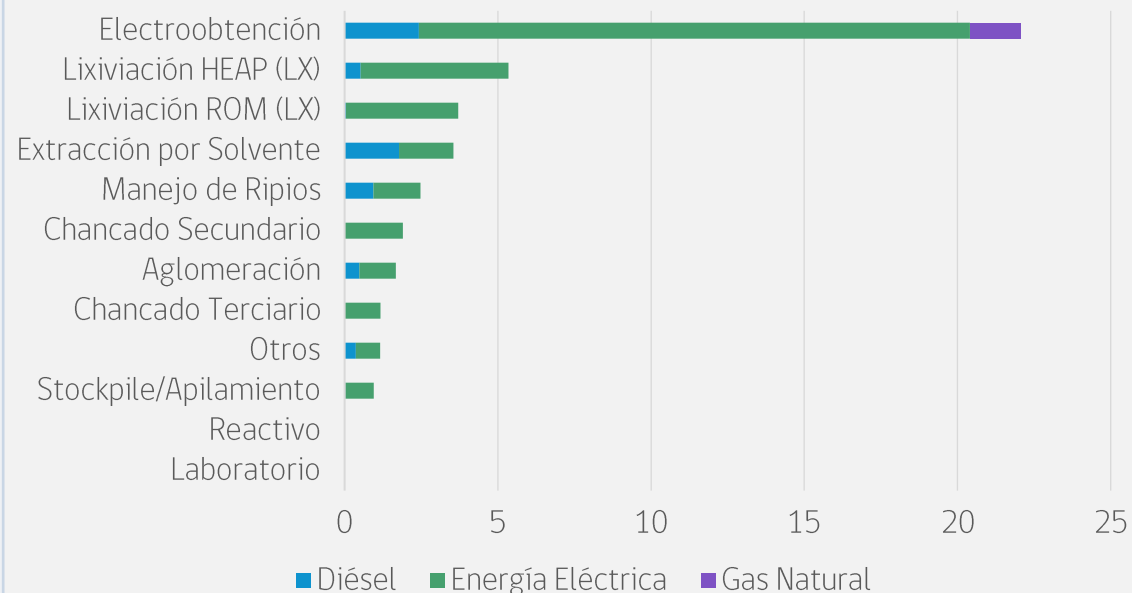
Consumo energético en las plantas hidrometalúrgicas (2/2)

Si la industria de plantas hidrometalúrgicas de cobre se consolidara en una única operación, estos serían sus indicadores operacionales.

En la vía hidrometalúrgica la intensidad se concentra en la electroobtención, cerca de 22,3 MJ por tonelada tratada, mayoritariamente eléctrica, seguida de la lixiviación (HEAP y ROM) y la extracción por solvente. El perfil es predominantemente eléctrico, coherente con procesos electroquímicos y de manejo de soluciones. Cabe recordar que es un proceso en retroceso estructural por el agotamiento de las reservas oxidadas, lo que acota su peso futuro.



Intensidad Energética (MJ/tonelada de mineral tratado) por tipo de combustible y electricidad en los procesos hidrometalúrgicos (2025)



Fuente: Cochilco (2026).

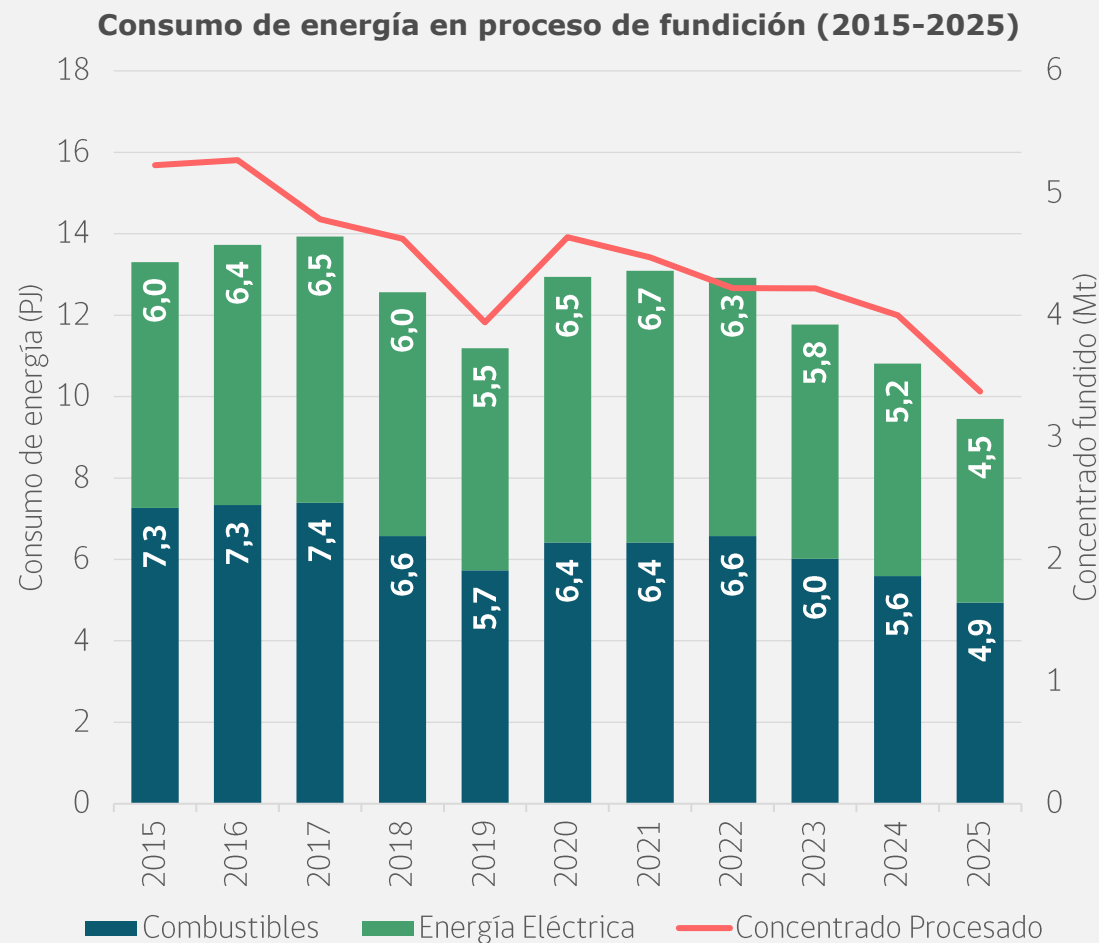
(*) En el gráfico no se incluyen la intensidad energética de Gasolina, GLP, ni Kerosene por su valor marginal, menor a 0,1 (MJ/tonelada de mineral tratado)

Consumo energético en las fundiciones de cobre (1/2)

El gráfico presenta el consumo energético de las fundiciones de cobre junto con el concentrado procesado. Ambos vectores energéticos retroceden en el período —combustibles 32% y electricidad 25%—, en coherencia con la caída de 35% del concentrado procesado, lo que sitúa a la fundición entre los procesos de menor y decreciente incidencia energética (4,5% del total en 2025).

La reducción del concentrado tratado refleja las conocidas restricciones de la capacidad de fundición nacional, que ha operado por debajo de su potencial y ha derivado una fracción creciente de los concentrados a la exportación. Se trata de una materia sensible, con implicancias que exceden lo energético y que son objeto de análisis de política pública.

Desde la perspectiva de este informe conviene subrayar el matiz: la menor demanda energética de la fundición no constituye necesariamente una mejora de eficiencia, sino que en parte refleja una menor actividad. Su interpretación, por tanto, debe hacerse con cautela y en conjunto con los antecedentes de producción y capacidad instalada.



Fuente: Cochilco (2026).

Consumo energético en las fundiciones de cobre (2/2)

Si la industria de fundiciones de cobre se consolidara en una única operación, estos serían sus indicadores operacionales.

La fundición exhibe intensidades muy superiores al resto de los procesos —cientos de MJ por tonelada de concentrado fundido, reflejo de que el concentrado es una masa mucho menor y más procesada. La etapa más intensiva es el refinado y moldeo (unos 675,9 MJ/t), impulsada principalmente por gas natural (464,6 MJ/t) y fuel oil (173,5 MJ/t), seguida de las plantas auxiliares de oxígeno (450,2 MJ/t, eléctrica) y de ácido sulfúrico (314,4 MJ/t, mayoritariamente eléctrica) y del secado (312,1 MJ/t, sobre todo gas natural). Es, con holgura, el proceso de matriz energética más diversa: coexisten electricidad, gas natural, fuel oil, diésel, kerosene e incluso carbón.



3,4 Mt

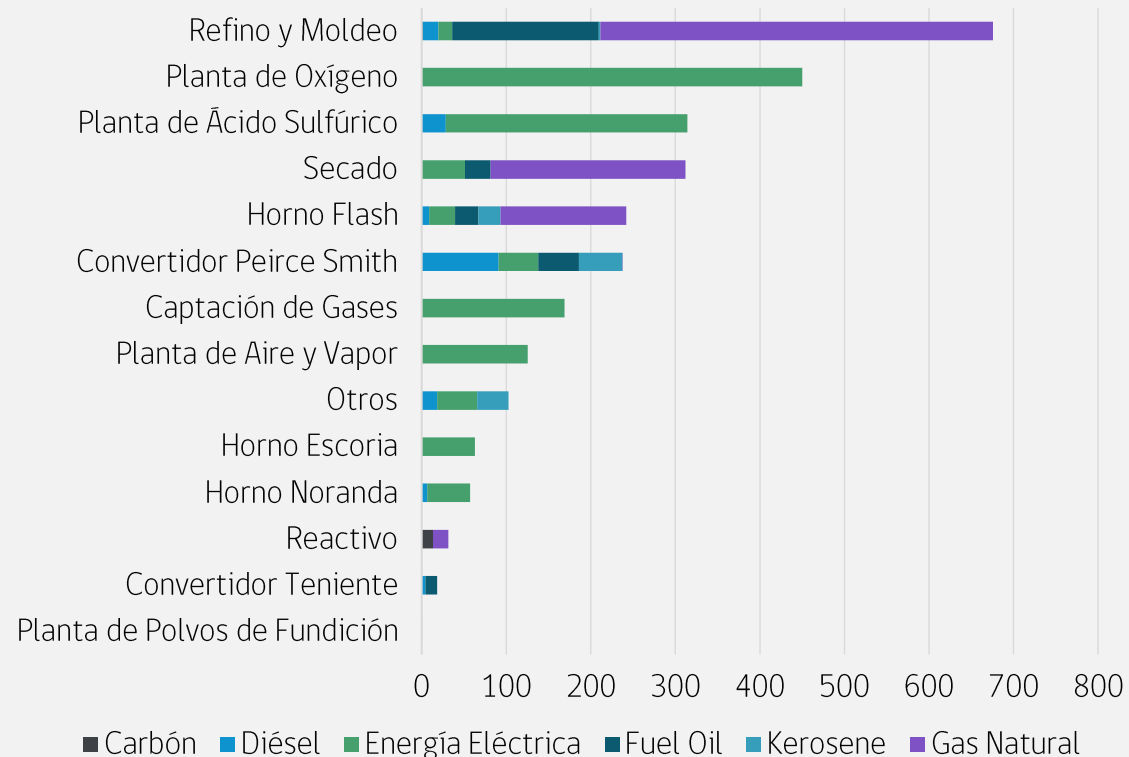
Concentrado de cobre fundido
en fundiciones de cobre



821 kt

Ánodos de cobre

Intensidad Energética (MJ/tonelada de concentrado fundido) por tipo de combustible y electricidad en los procesos de las fundiciones de cobre (2025)



Fuente: Cochilco (2026).

(*) En el gráfico no se incluyen la intensidad energética de GLP por su valor marginal, menor a 0.1 (MJ/tonelada de concentrado fundido)

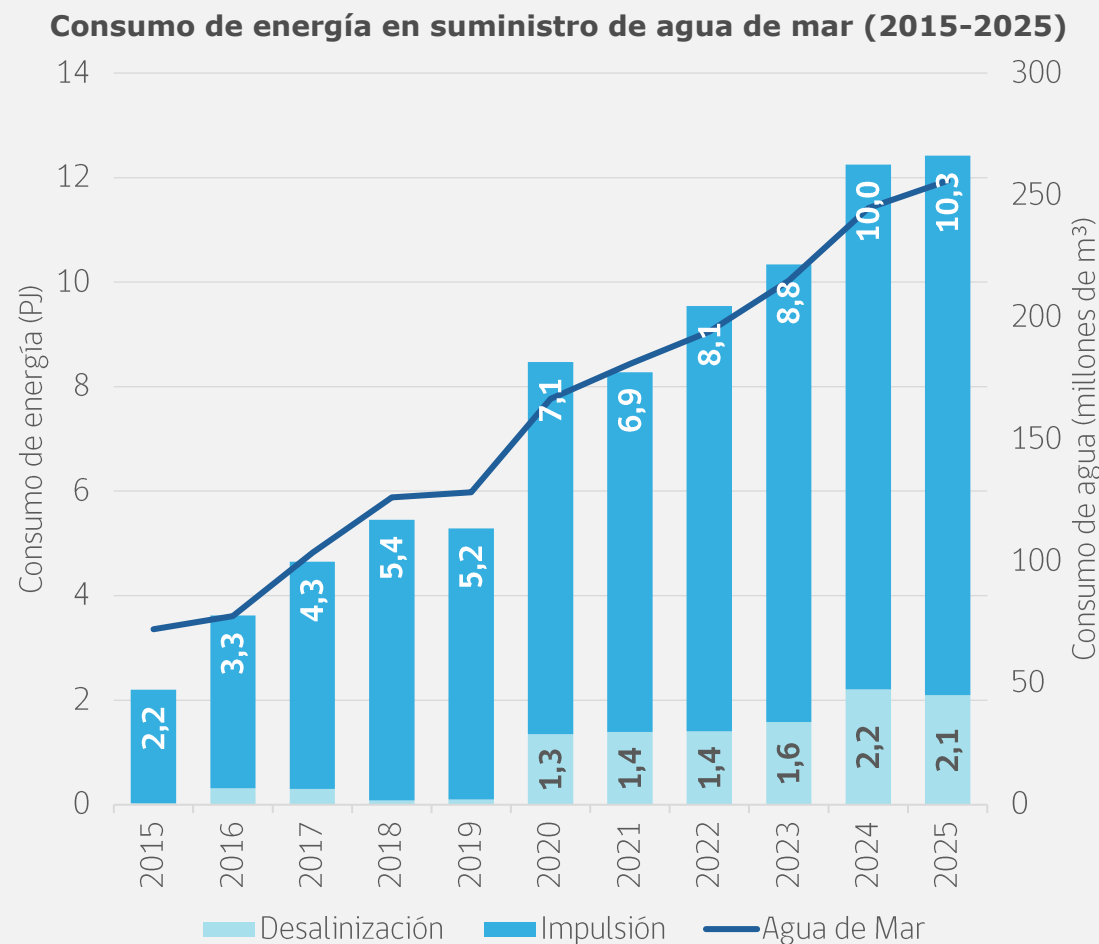
Consumo energético por uso de agua de mar en la minería del cobre (1/2)

El gráfico muestra el consumo energético asociado al uso de agua de mar, desagregado entre desalinización e impulsión, junto con el volumen de agua de mar utilizado. Es el proceso de mayor crecimiento del sector: la energía asociada se multiplica por 5,6 entre 2015 y 2025 (de 2,2 a 12,4 PJ), acompañando un aumento del volumen de agua de mar de 3,6 veces.

El componente principal del consumo es la impulsión, el bombeo del agua hacia las faenas, muchas veces emplazadas a gran altura y distancia de la costa, que crece 4,8 veces y supera con holgura a la energía de desalinización propiamente tal. Esta distinción es importante: el costo energético del uso de agua de mar radica menos en desalar que en transportar el agua contra grandes desniveles geográficos.

El fenómeno responde a la creciente adopción de agua de mar como respuesta al estrés hídrico continental y a las restricciones sobre el uso de aguas continentales, una tendencia con externalidades positivas en el plano hídrico. No obstante, traslada presión al ámbito energético, configurando un caso claro de interdependencia agua-energía que probablemente seguirá ganando relevancia en la planificación del sector.

5,6 veces creció la energía asociada al agua de mar entre 2015 y 2025



Fuente: Cochilco (2026).

Consumo energético por uso de agua de mar en la industria del cobre (2/2)

La expansión del uso de agua de mar explica el alza sostenida de la demanda energética del proceso. El número de operaciones que la utilizan se ha más que duplicado en una década. A medida que más faenas incorporan este suministro, y lo transportan a mayores cotas y distancias, el consumo energético asociado crece de forma sostenida.



11

de las 15 operaciones que poseen uso de agua de mar cuentan con un sistema de desalinización, lo que aumenta el consumo energético sumado a la impulsión de este recurso hídrico

73%

de las operaciones que poseen uso de agua de mar se encuentran entre las regiones de Antofagasta y Atacama

05

CAPÍTULO

Gestión energética

Consumo de energía en la minería del cobre. Actualización al año 2025

Implementación de Sistemas de Gestión Energética

Los **Sistemas de Gestión de la Energía (SGE)** son la herramienta central que la **Ley N°21.305 de Eficiencia Energética**, publicada en 2021, estableció para que los grandes consumidores, entre ellos, las principales operaciones de la minería del cobre, midan, controlen y mejoren de forma sistemática su desempeño energético. Más que un requisito normativo, un SGE ordena la manera en que cada faena identifica sus usos más intensivos de energía, fija metas concretas y ejecuta planes de acción con seguimiento continuo.



(1) Dato basado en el informe "Avances en los sistemas de gestión de energía", del Ministerio de Energía, 2025.

Avances en electromovilidad y descarbonización del transporte minero



52%

de las operaciones encuestadas
declaran tener planes de
electromovilidad o transporte bajo
en emisiones

Buses eléctricos para el personal

Es la iniciativa más extendida en la industria. Diversas operaciones ya cuentan con flotas 100% eléctricas en la operación para el traslado de trabajadores. Una operación cuenta con hasta 17 buses de este tipo. Estas medidas apuntan a reemplazar progresivamente los combustibles fósiles en la movilidad de personas dentro de las faenas.

Estrategias corporativas de descarbonización

Las principales compañías avanzan con planes de largo plazo que ordenan sus esfuerzos de bajas emisiones. Destacan Planes de Acción Climática e iniciativas de la Gran Minería del Cobre orientadas a validar soluciones técnica y operacionalmente viables, junto a estrategias de reemplazo de equipos a combustible con horizonte al año 2040.

Electromovilidad en interior mina y foco en eficiencia

En minería subterránea se incorpora electromovilidad en equipos críticos, como jumbos con barras eléctricas, brazos robóticos y despegadoras de cátodos. En paralelo, un grupo de operaciones prioriza optimizar su desempeño energético por sobre la inversión directa, evaluando la factibilidad técnica de estas soluciones a nivel regional.

06

CAPÍTULO

Comentarios finales

Consumo de energía en la minería del cobre. Actualización al año 2025

Comentarios finales



Desacople estructural Energía vs producción

El sector consume cada vez más energía: 210,6 PJ (+27,3%) y una intensidad que aumenta en 36% en la década. No es una menor eficiencia, sino más material movido y procesado, con una producción de cobre fino estable.



El diésel: el gran desafío de descarbonización

Por primera vez en la serie los combustibles superan levemente a la electricidad, y el diésel concentra el 93% de estos, ligado al transporte del rajo. Su combustión es la principal fuente de emisión directa de gases de efecto invernadero y el nudo crítico de la transición.



La electricidad renovable, un avance consolidado

El 80,1% de la electricidad consumida está acreditada como de origen renovable. Su peso en procesos eléctricos, como la concentradora, la vuelve una palanca efectiva de reducción de emisiones.



El agua de mar y el nexo agua-energía

El proceso de mayor crecimiento (se multiplica 5,6 en la década) evidencia una interdependencia creciente: la solución a la escasez hídrica se traslada al ámbito energético por la impulsión hacia faenas en altura.



Gestión energética: base instalada, brechas por cerrar

Con el 98% de las operaciones afectas a la Ley N° 21.305 ya con SGE implementado, el sector cumplió anticipadamente. El foco se traslada a consolidar su operatividad y cerrar las brechas de la mediana minería.



Mirada a futuro

La agenda es clara: profundizar la eficiencia energética, acelerar la descarbonización de los combustibles y anticipar el nexo agua-energía. La EMPAE seguirá siendo una base de estas decisiones.

Copyright by Cochilco, todos los derechos reservados.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este Informe, siempre que la fuente “Comisión Chilena del Cobre” y/o “Cochilco” sea citada, salvo que se indique lo contrario.

Documento elaborado en la Dirección de Estudios y Políticas Públicas
por los analistas:

Jaime Moreno Rojas

jimoreno@cochilco.cl

Carla Rebolledo Labbé

crebolledo@cochilco.cl

Manuel Soto Alonso

msoto@cochilco.cl

Patricia Gamboa Lagos

Directora de Estudios y Políticas Públicas

Septiembre 2026

Consumo de energía en la minería del cobre

Actualización al año 2025



TRABAJANDO
PARA USTED