

Minerales críticos para la transición energética

Dr. Favio Casarin

Abogado y Geólogo Consultor

Profesor Titular de Derecho de los Recursos Naturales (UMSA)

Profesor de Postgrado en Producción de Litio (Univ. Austral), y de Minería Sostenible (UCASAL)

Los minerales críticos para la transición energética son aquellos que resultan esenciales para el desarrollo de tecnologías de energía limpia:

Cobre, Litio, Níquel, Cobalto, Manganeso, Grafito, Zinc, Tierras raras

Estos minerales son esenciales para la producción de:

Vehículos eléctricos

Baterías

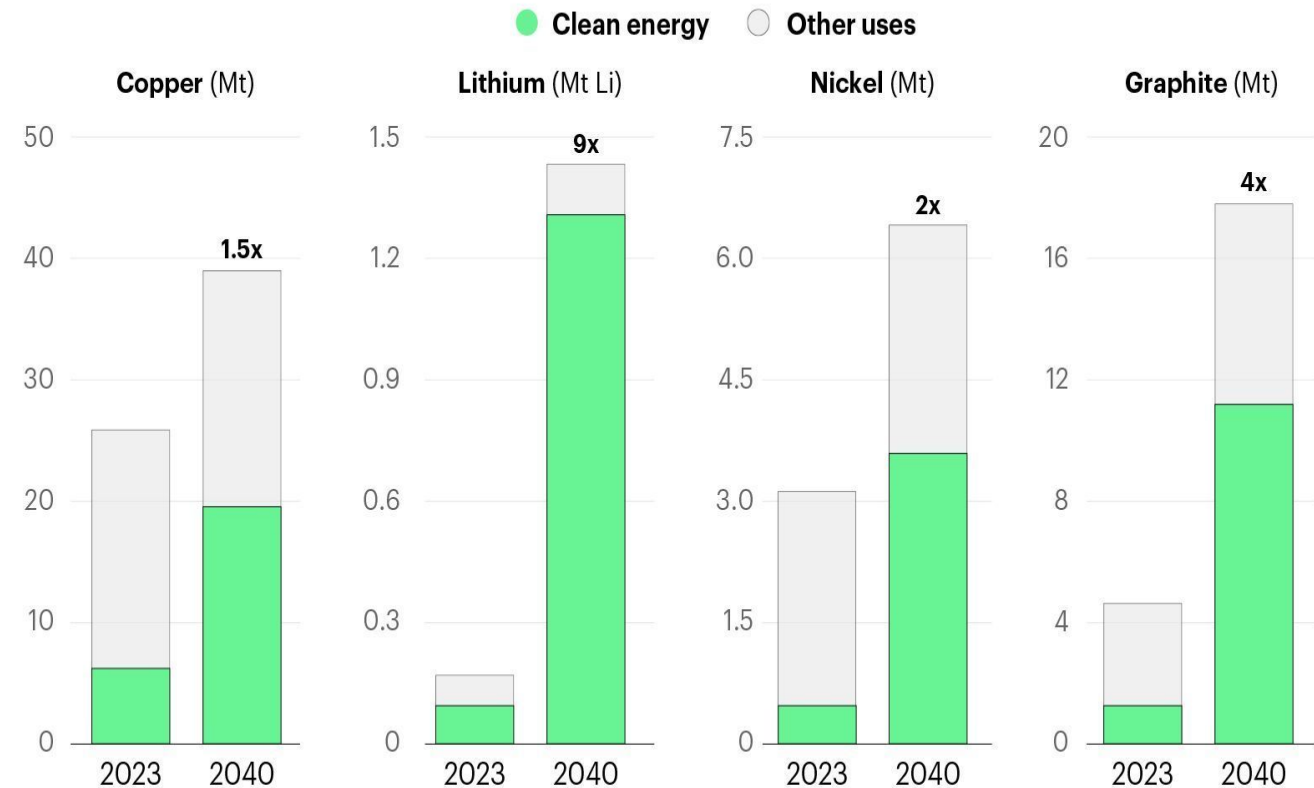
Aerogeneradores

Paneles solares

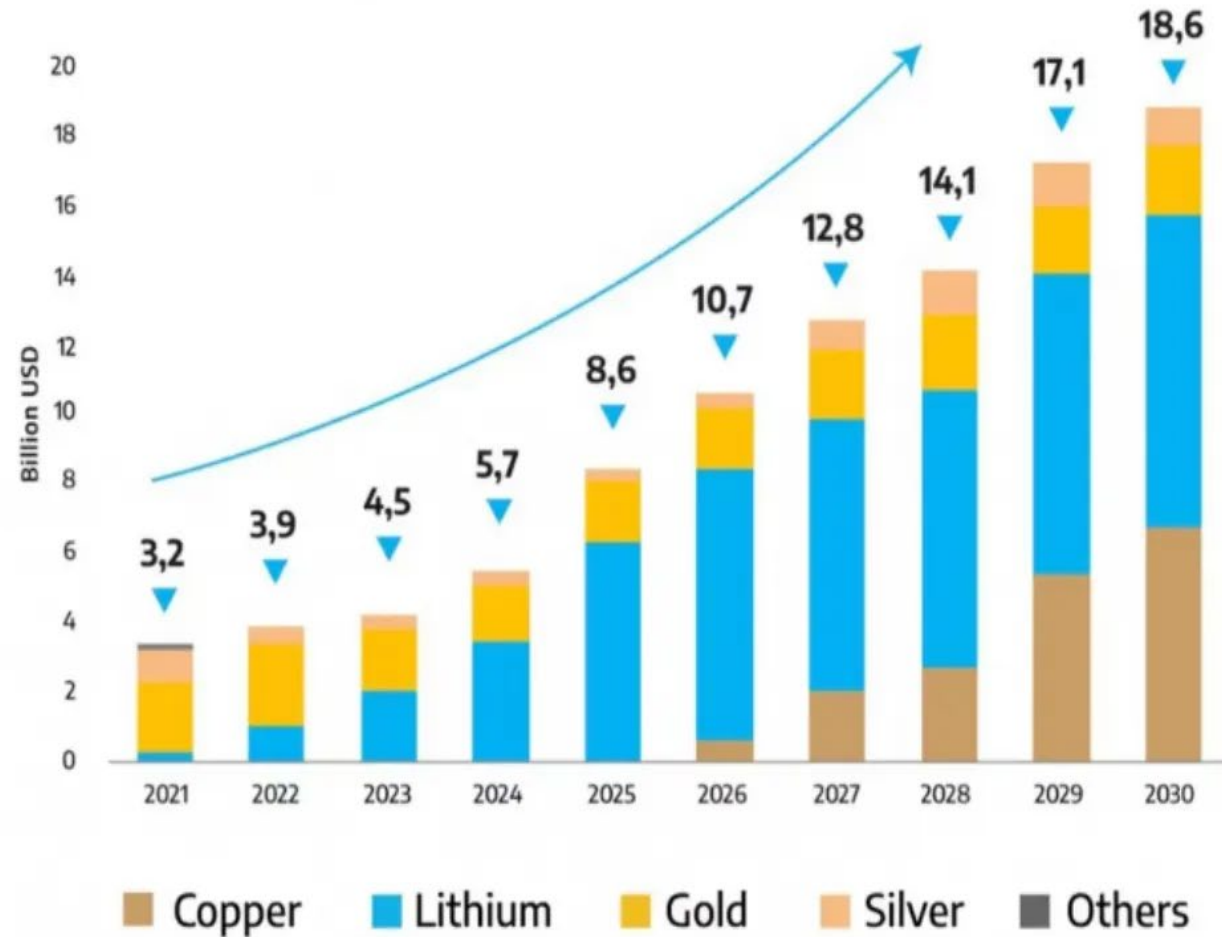


- La Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que para 2040 la demanda de estos minerales en comparación con el 2023:
- La de cobre se multiplicará por 1,5
- La de litio se multiplicará por 9
- La de níquel se duplicará
- La de grafito se multiplicará por 4

Growth in demand for key critical minerals in the Net Zero Emissions by 2050 Scenario
Global Critical Minerals Outlook 2024



- Una batería para VE normal suele necesitar unos 8 kg de litio, 35 kg de níquel y 15 kg de cobalto
- Para alcanzar los objetivos de emisión neta cero para 2030:
 - +80 minas de cobre,
 - +70 minas de litio y níquel
 - +30 minas de cobalto.
- La inversión imprescindible oscila en torno a los 300 mil millones USD.



OBJETIVOS **DE DESARROLLO SOSTENIBLE**



ODS relacionados a la extracción e industrialización de los minerales críticos inciden en diversos Objetivos del Desarrollo Sostenible de forma directa e indirecta.



ODS 6 - Agua Limpia y Saneamiento



ODS 7 - Energía Asequible y no Contaminante



ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura



ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles



ODS 17 - Alianzas para lograr los Objetivos

Serie de Estudios para el Desarrollo Minero | Metales y Minerales Críticos para la Transición Energética

8

Minerales críticos necesarios para las tecnologías de energías limpias.

Energía	Cobre	Cobalto	Níquel	Litio	Tierras Raras	Cromo	Zinc	Grupo Platino	Aluminio
Solar	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Eólica	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hidroeléctrica	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Solar de concentración	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bioenergía	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Geotermal	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nuclear	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Redes eléctricas	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Autos eléctricos y almacenamiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hidrógeno	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Alto requerimiento

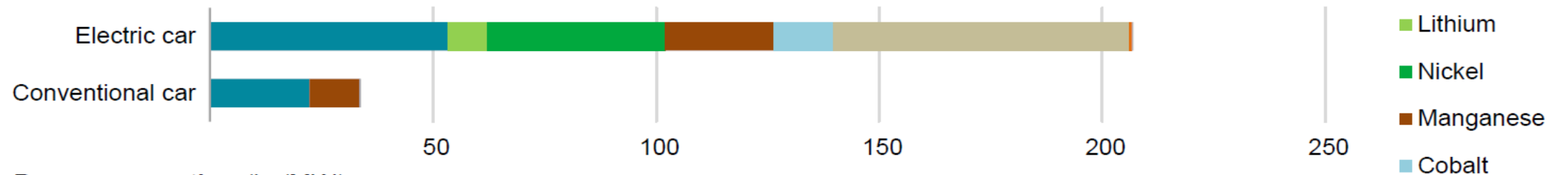
Medio requerimiento

Bajo requerimiento

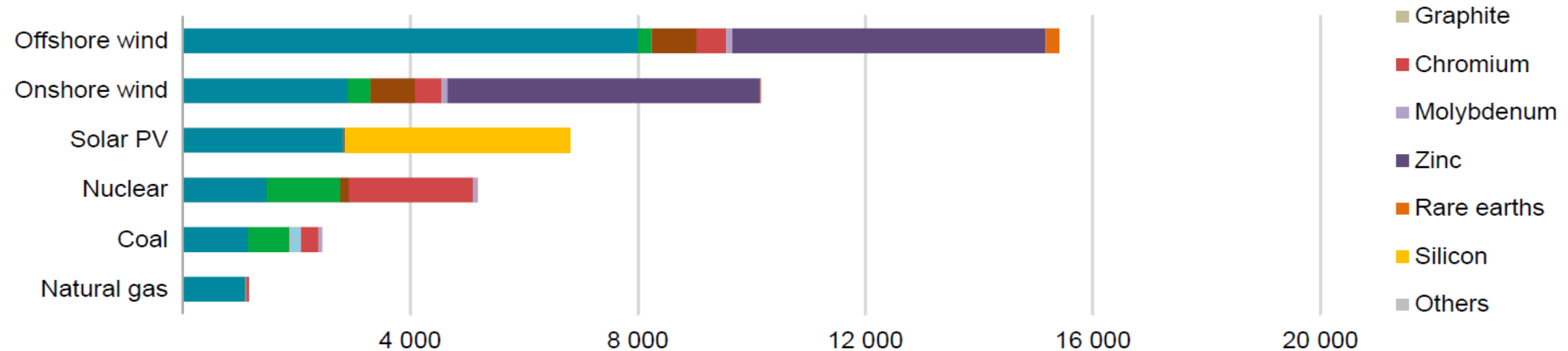
The rapid deployment of clean energy technologies as part of energy transitions implies a significant increase in demand for minerals

Minerals used in selected clean energy technologies

Transport (kg/vehicle)



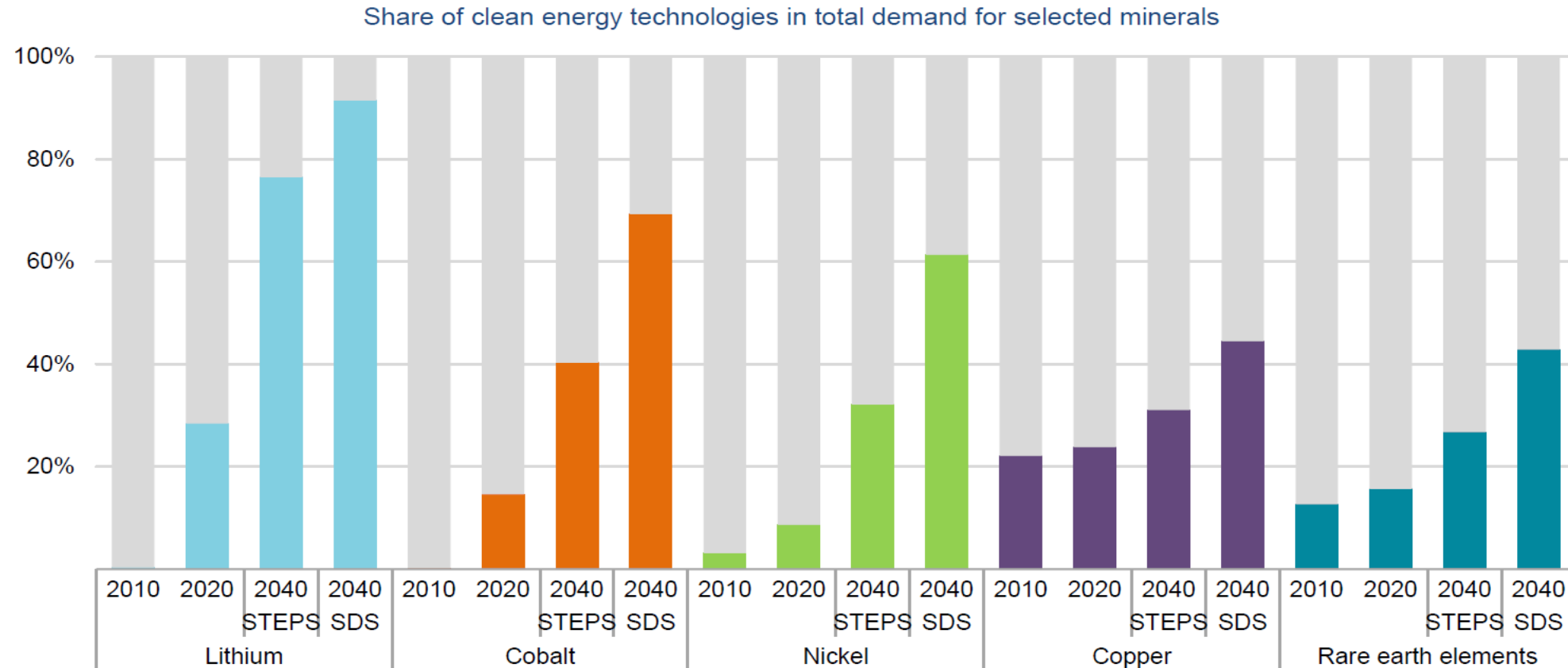
Power generation (kg/MW)



IEA. All rights reserved.

Notes: kg = kilogramme; MW = megawatt. Steel and aluminium not included. See Chapter 1 and Annex for details on the assumptions and methodologies.

The energy sector becomes a leading consumer of minerals as energy transitions accelerate

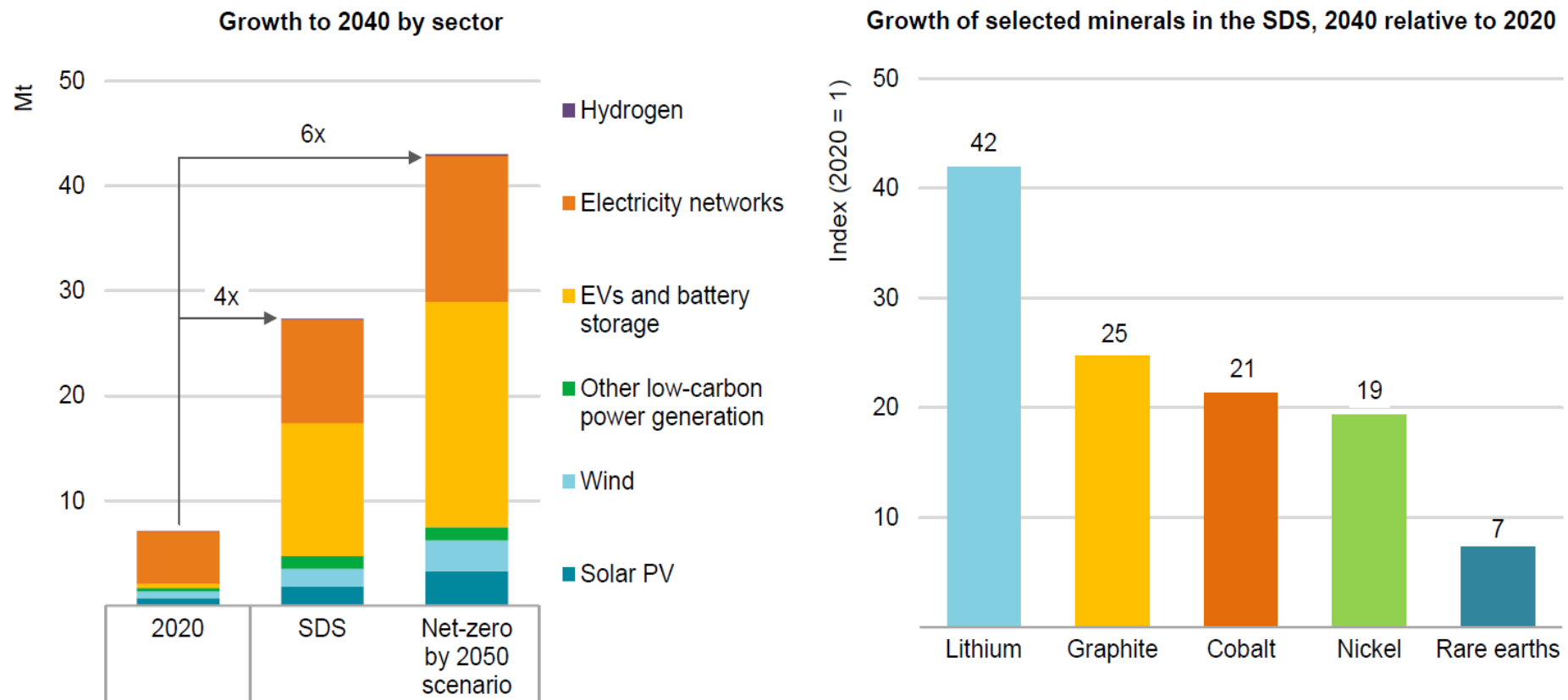


IEA. All rights reserved.

Notes: Demand from other sectors was assessed using historical consumption, relevant activity drivers and the derived material intensity. Neodymium demand is used as indicative for rare earth elements. STEPS = Stated Policies Scenario, an indication of where the energy system is heading based on a sector-by-sector analysis of today's policies and policy announcements; SDS = Sustainable Development Scenario, indicating what would be required in a trajectory consistent with meeting the Paris Agreement goals.

Mineral demand for clean energy technologies would rise by at least four times by 2040 to meet climate goals, with particularly high growth for EV-related minerals

Mineral demand for clean energy technologies by scenario



IEA. All rights reserved.

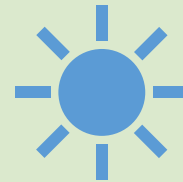
Notes: Mt = million tonnes. Includes all minerals in the scope of this report, but does not include steel and aluminium. See Annex for a full list of minerals.



Los vehículos eléctricos y las baterías representan aproximadamente la mitad del crecimiento de la demanda de metales y minerales para la transición a energías limpias durante las próximas dos décadas.



La expansión de la energía eléctrica, requerirá una gran cantidad de metales, principalmente cobre (150 Mt anuales aproximadamente) y aluminio (210 Mt anuales aproximadamente).

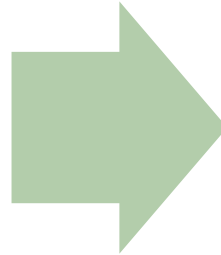


La energía solar fotovoltaica requerirá casi triplicar la demanda de cobre y, a pesar del aumento de la capacidad anual, la demanda de plata y silicio será menor en 2040 que en 2030, y sólo un 18% y un 45% mayor que en 2020. La energía eólica, por su parte, requerirá importantes cantidades de tierras raras -como neodimio y el praseodimio- y cobre (600 kt al año), impulsada por la eólica marina que requiere un mayor cableado.



La energía nuclear es una de las tecnologías con menos emisiones de carbono y al mismo tiempo, tiene un bajo requerimiento de metales, siendo los principales: cromo (2.190 kg/MW), cobre (1.470 kg/MW), níquel (1.300 kg/MW), hafnio (0,5 kg/MW) e itrio (0,5 kg/MW).

También la energía hidroeléctrica y la biomasa aportarían a la demanda de metales y minerales, aunque también en una magnitud menor en comparación a las antes mencionadas, dado no sólo a sus necesidades metalíferas comparativamente bajas sino también, a las modestas adiciones de capacidad proyectadas.



Finalmente, el rápido crecimiento en el uso de hidrógeno sustentaría un gran crecimiento en la demanda de níquel y circonio, para su uso en electrolizadores, así como también de cobre y metales del grupo del platino, para su uso como componente en celdas de combustible de vehículos eléctricos.

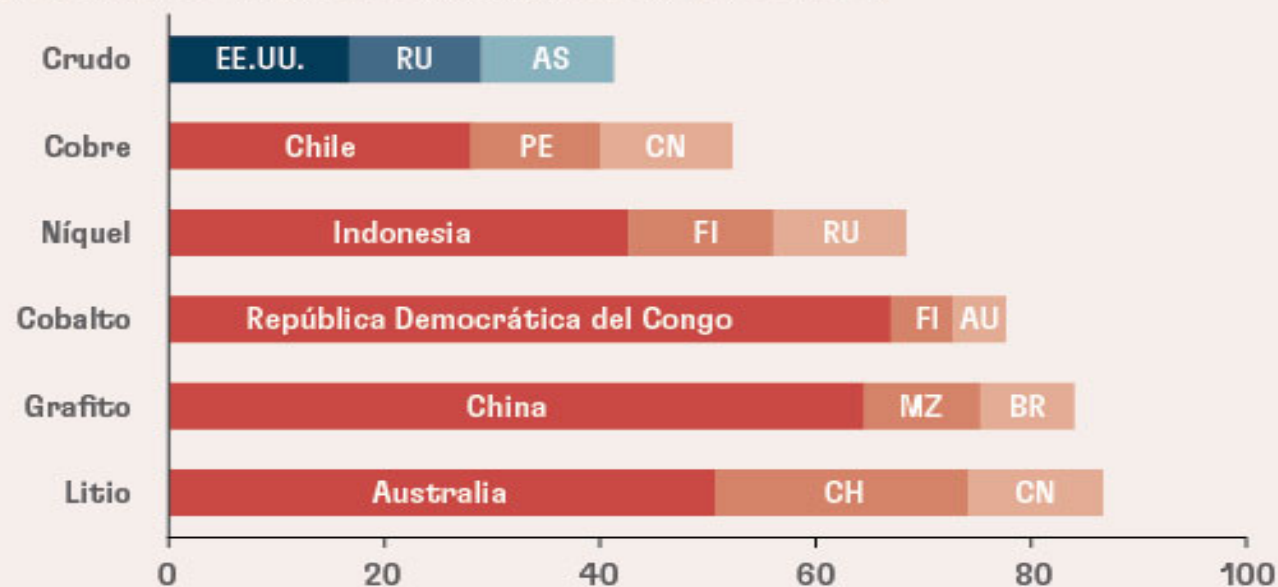
GRÁFICO 2

Concentración del mercado de minerales

La oferta de minerales críticos está más concentrada que la de crudo y, por tanto, es más vulnerable a las perturbaciones comerciales.

Tres principales productores

(proporción de la producción mundial, en porcentaje)



Fuentes: Encuesta Geológica Británica, Encuesta Geológica de Estados Unidos y cálculos del personal técnico del FMI.

NOTA: AU = Australia, AS = Arabia Saudita, BR = Brasil, CH = Chile, CN = China, EE.UU. = Estados Unidos, FI = Filipinas, IN = Indonesia, MZ = Mozambique, PE = Perú, RDC = República Democrática del Congo, RU = Rusia, IN = Indonesia, MZ = Mozambique, PE = Perú.

¿Qué son las tierras raras?

Según el Servicio Geológico de Estados Unidos, las tierras raras son un grupo de 17 minerales fundamentales para la transición energética.

Abundan en la corteza terrestre, pero rara vez se encuentran en grandes concentraciones por sí solas sino que suelen estar entre otros elementos. Por eso, la extracción generalmente es difícil y costosa.

¿En qué se utilizan?

Se utilizan sobre todo en tecnología y energías renovables:



**Baterías recargables y
motores de vehículos
eléctricos**



**Ordenadores,
teléfonos móviles y
discos duros**



**Fibra
óptica**



**Generadores de
turbinas eólicas**



Diálogo Chino

IUPAC Periodic Table of the Elements

1

1

H

hydrogen

[1.007, 1.009]

2

2

He

helium

4.003

3

Li

lithium

[6.938, 6.997]

4

Be

beryllium

9.012

11

Na

sodium

22.99

12

Mg

magnesium

[24.30, 24.31]

19

K

potassium

39.10

20

Ca

calcium

40.08

21

Sc

scandium

44.96

22

Ti

titanium

47.87

23

V

vanadium

50.94

24

Cr

chromium

52.00

25

Mn

manganese

54.94

26

Fe

iron

55.85

27

Co

cobalt

58.93

28

Ni

nickel

58.69

29

Cu

copper

63.55

30

Zn

zinc

65.38(2)

31

Ga

gallium

69.72

32

Ge

germanium

72.63

33

As

arsenic

74.92

34

Se

selenium

78.97

35

Br

bromine

[79.90, 79.91]

36

Kr

krypton

83.80

37

Rb

rubidium

85.47

38

Sr

strontium

87.62

39

Y

yttrium

88.91

40

Zr

zirconium

91.22

41

Nb

niobium

92.91

42

Mo

molybdenum

95.95

43

Tc

technetium

44

Ru

ruthenium

101.1

45

Rh

rhodium

102.9

46

Pd

palladium

106.4

47

Ag

silver

107.9

48

Cd

cadmium

112.4

49

In

indium

114.8

50

Sn

tin

118.7

51

Sb

antimony

121.8

52

Te

tellurium

127.6

53

I

iodine

126.9

54

Xe

xenon

131.3

55

Cs

caesium

132.9

56

Ba

barium

137.3

57-71

lanthanoids

72

Hf

hafnium

178.5

73

Ta

tantalum

180.9

74

W

tungsten

183.8

75

Re

rhenium

186.2

76

Os

osmium

190.2

77

Ir

iridium

192.2

78

Pt

platinum

195.1

79

Au

gold

197.0

80

Hg

mercury

200.6

81

Tl

thallium

[204.3, 204.4]

82

Pb

lead

207.2

83

Bi

bismuth

209.0

84

Po

polonium

85

At

astatine

86

Rn

radon

87

Fr

francium

88

Ra

radium

89-103

actinoids

104

Rf

rutherfordium

105

Db

dubnium

106

Sg

seaborgium

107

Bh

bohrium

108

Hs

hassium

109

Mt

meitnerium

110

Ds

darmstadtium

111

Rg

roentgenium

112

Cn

copernicium

113

Uut

ununtrium

114

Fl

flerovium

115

Uup

ununpentium

116

Lv

livermorium

117

Uus

ununseptium

118

Uuo

ununoctium



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 8 January 2016.
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS

Fuente: Global X ETFs con información obtenida de: Gobierno de Canadá. (14 de febrero de 2023).
Datos sobre elementos de tierras raras.

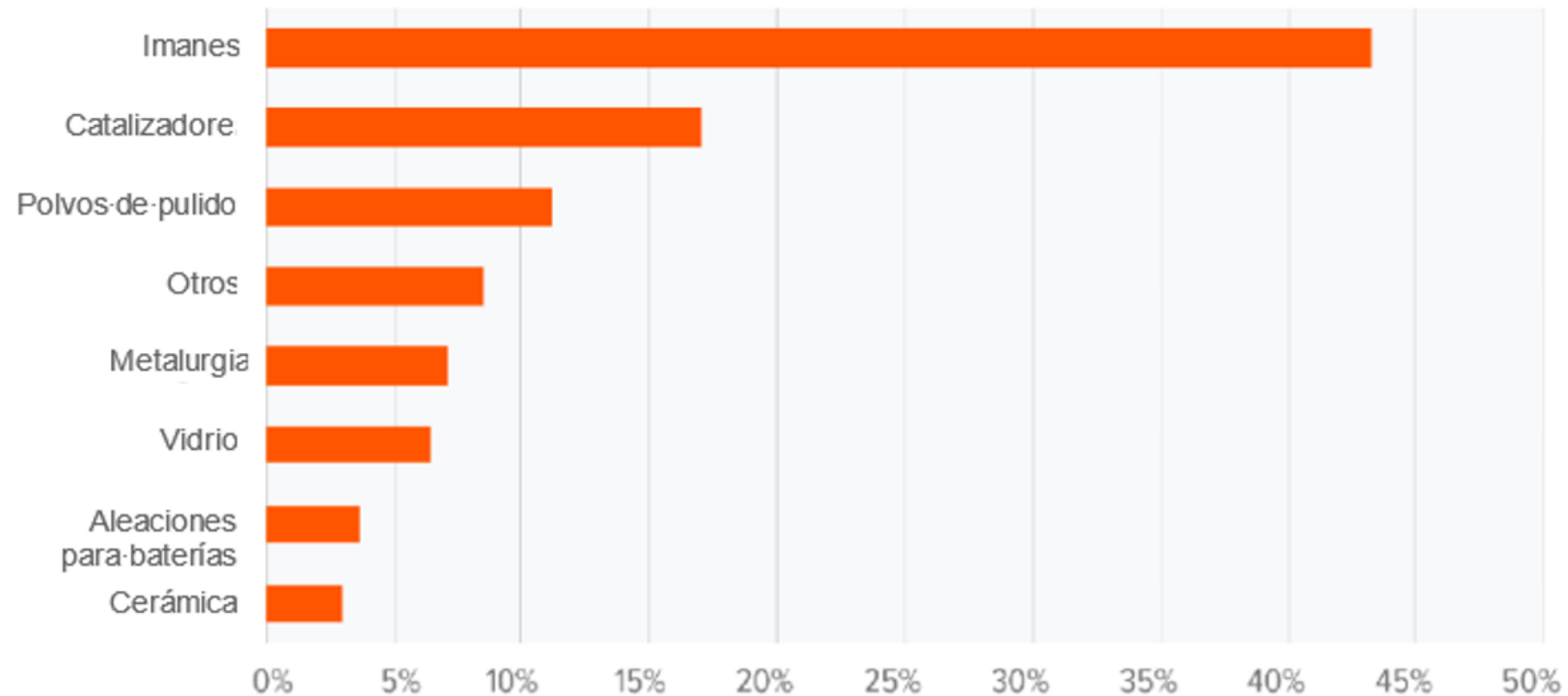
														21 Sc
														39 Y
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu

Nota: El número superior izquierdo es el número atómico.

Sc = escandio, Y = itrio, La = lantano, Ce = cerio, Pr = praseodimio, Nd = neodimio, Pm = prometio, Sm = samario, Eu = europio, Gd = gadolinio, Tb = terbio, Dy = disprosio, Ho = holmio, Er = erbio, Tm = tulio, Yb = iterbio, Lu = lutecio

DEMANDA DE ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS POR USO, PARTICIPACIÓN EN LA DEMANDA DE 2021

Fuentes: Global X ETFs con información obtenida de: Natural Resources Canada. (14 de febrero de 2023).
Datos sobre elementos de tierras raras.



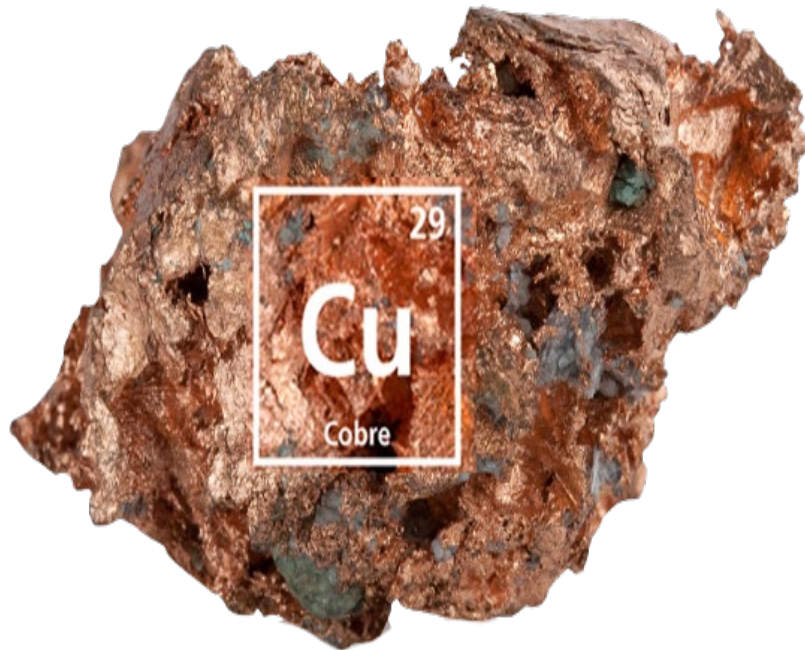
COBRE



El cobre, conocido por su excelente conductividad eléctrica y térmica, es indispensable en la fabricación de componentes para energías renovables como paneles solares y turbinas eólicas. Además, es un material clave en la producción de vehículos eléctricos, que requieren hasta cuatro veces más cobre que los vehículos convencionales.



El cobre es el único mineral crítico presente en todas las tecnologías de energía limpia como los vehículos eléctricos (VE), la energía solar fotovoltaica (FV), la energía eólica y las redes de transmisión eléctricas, debido a su inigualable combinación de características: conductividad electrónica, durabilidad, ductilidad y resistencia a la corrosión.



La producción mundial de cobre en 2023 fue de 22 millones de toneladas métricas, el volumen más alto de los últimos años. Los principales productores de cobre fueron:

Chile, con 5 millones de toneladas

Perú, con 2,6 millones de toneladas

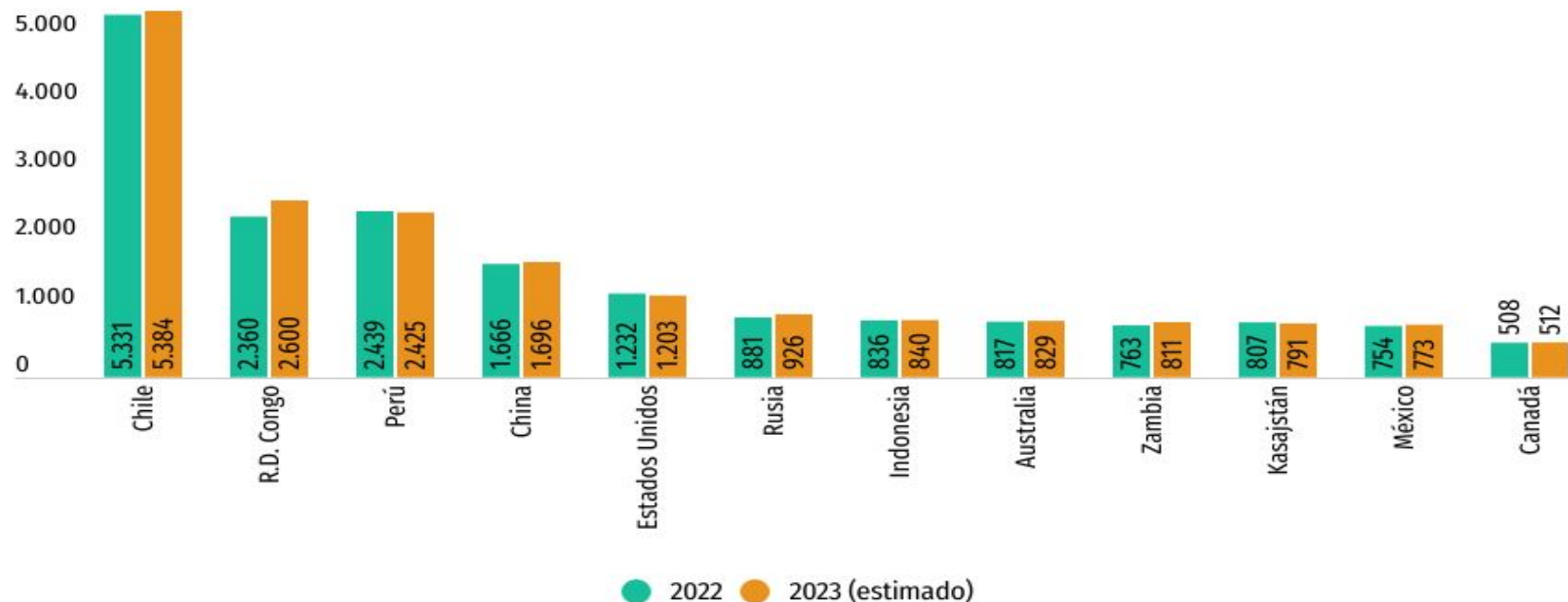
China, con 1,7 millones de toneladas

Estados Unidos, con 1,1 millones de toneladas

Cambió la composición de productores de cobre: desde este año, Congo es el segundo mayor productor mundial después de Chile



Producción de cobre de mina - 2022 vs 2023
en miles de toneladas

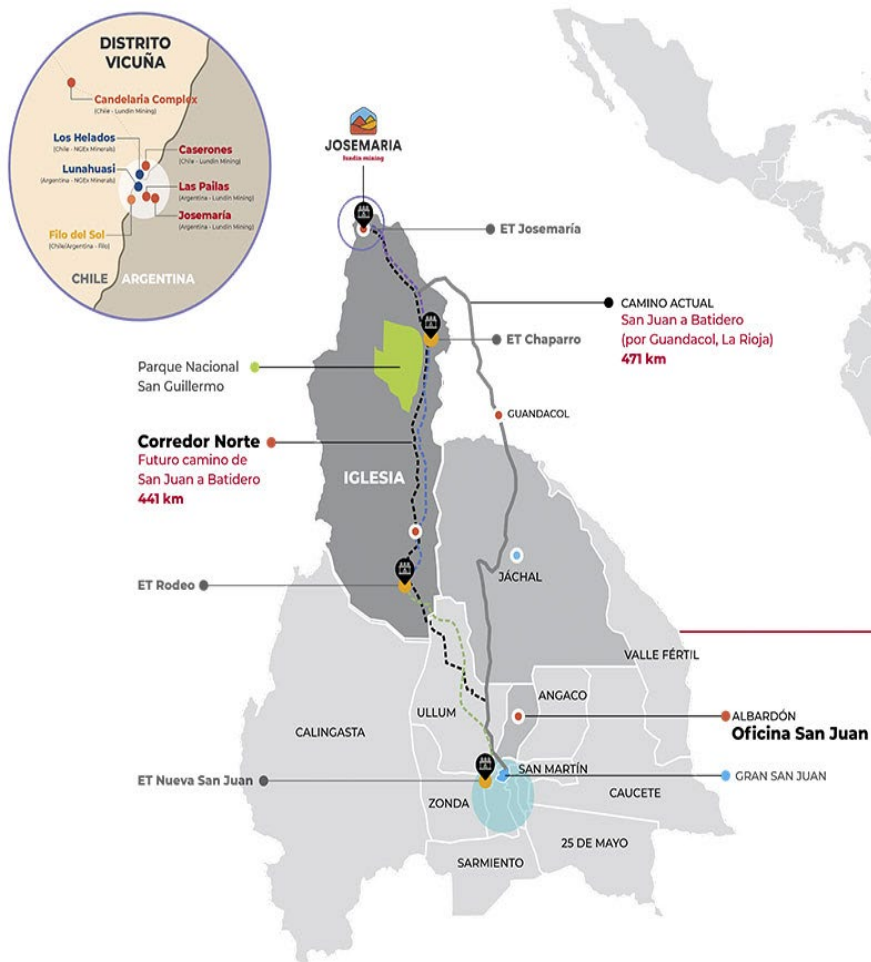


Fuente: Cochilco - USGS

Cobre en Argentina

Argentina cuenta con aproximadamente 65 millones de toneladas en reservas cupríferas equivalentes al 3% mundial y de materializarse los 15 proyectos mineros en estado de exploración avanzado, podría aportar 40.000 puestos de trabajo.

Hoy la demanda de cobre es de alrededor de 26 millones de toneladas, según un informe de The International Copper Study Group (ICSG), y se espera que se duplique para 2050 e incluso más si la temperatura del planeta se limitara a un calentamiento de 1,5 °C.

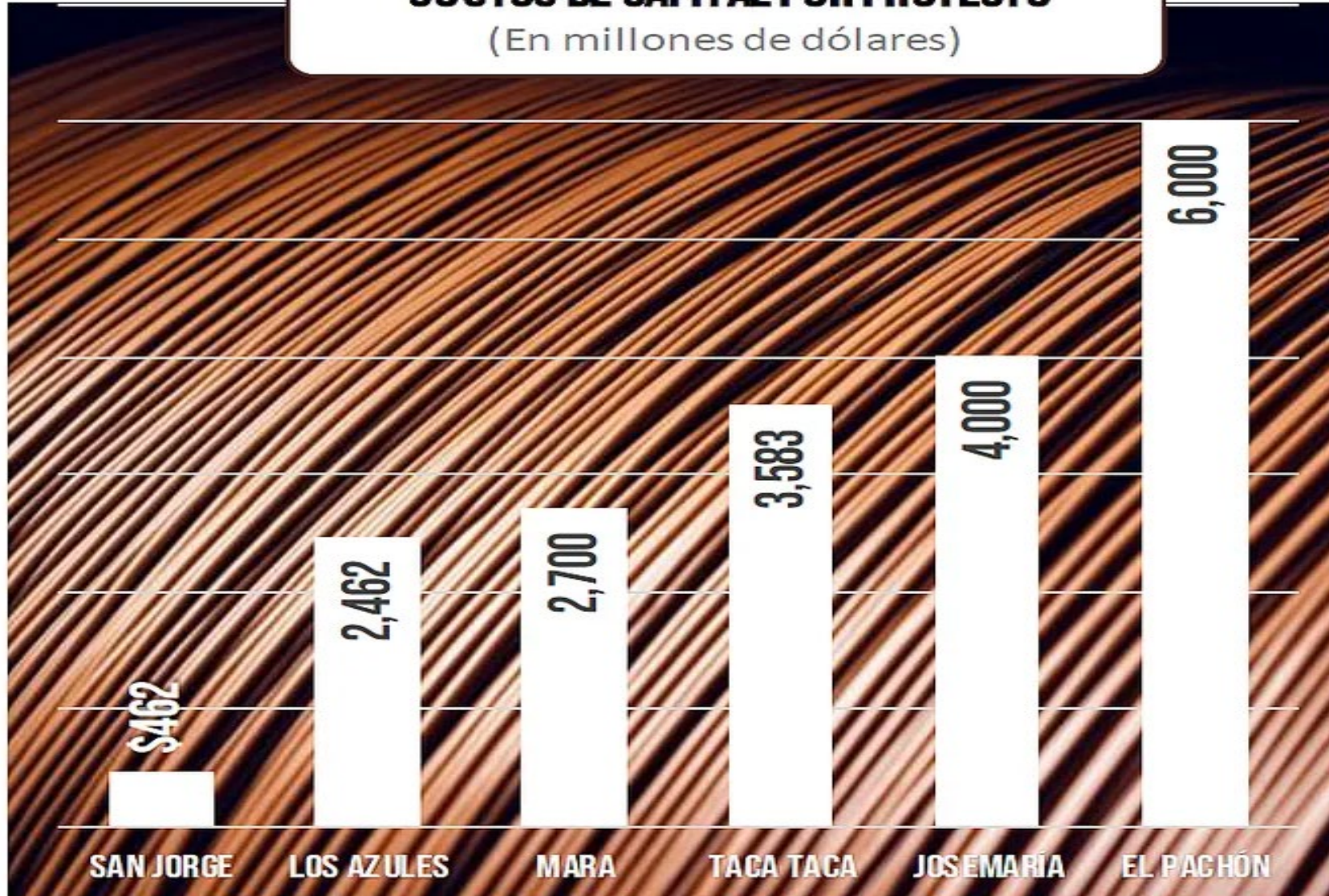


Los proyectos, con nombre propio

1. Josemaría. Provincia de San Juan. Lundin Mining (Canadá). Inversión: US\$4000 millones. Producción estimada: 125.000 ton. al año. Vida de mina: 19 años.
2. Taca Taca. Provincia de Salta. First Quantum Minerals (Canadá). Inversión: US\$3600 millones. Producción estimada: 275.000 ton. al año. Vida de mina: 32 años.
3. Mara. Provincia de Catamarca. Yamana Gold (Canadá) - Glencore (Suiza). Inversión estimada: US\$2390 millones. Producción: 241.000 ton. al año. Vida de mina: 28 años.
4. Los Azules. Provincia de San Juan. McEwen Mining (Canadá). Inversión: US\$2400 millones. Producción estimada: 80.000 - 120.000 ton. al año. Vida de mina: 27 años.
5. El Pachón. Provincia de San Juan. Glencore (Suiza). Inversión: US\$5600 millones. Producción estimada: 350.000 ton. al año. Vida de mina: 25 años.
6. Filo del Sol. Provincia de San Juan. Filo Mining (Canadá). Inversión: US\$1700 millones. Producción estimada: 67.000 ton. al año. Vida de mina: 14 años.

COSTOS DE CAPITAL POR PROYECTO

(En millones de dólares)





ESCENARIO DE PRODUCTORES MUNDIALES DE COBRE, CON INGRESO DE ARGENTINA (En miles de toneladas de cobre)



Fuente: CAEM en base a USGS 2023 e información provista por empresas controlantes

*Estimación en base a información provista por empresas controlantes

Gráfico 27. Exportaciones proyectadas de los principales proyectos de cobre de Argentina vs Exportaciones del complejo minero argentino. En millones de US\$.



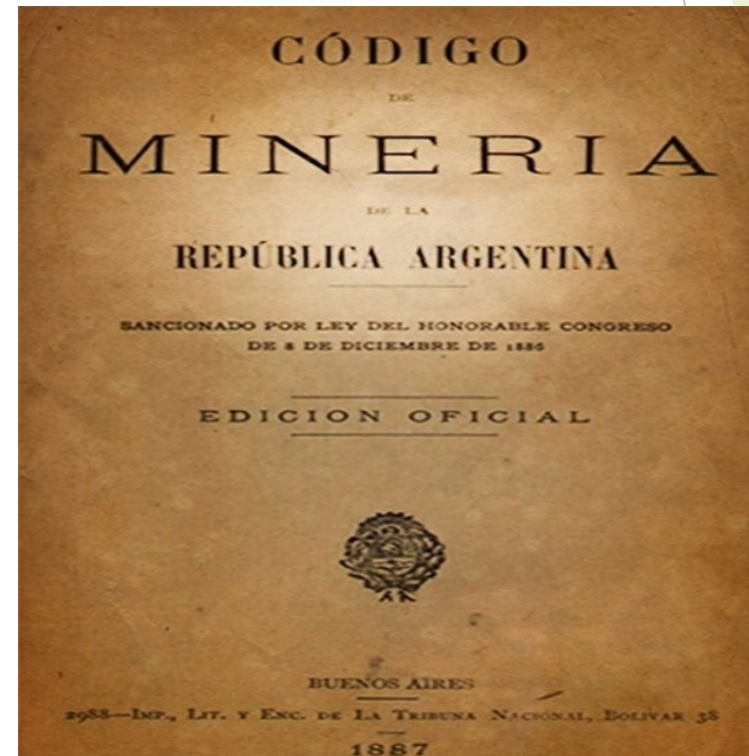
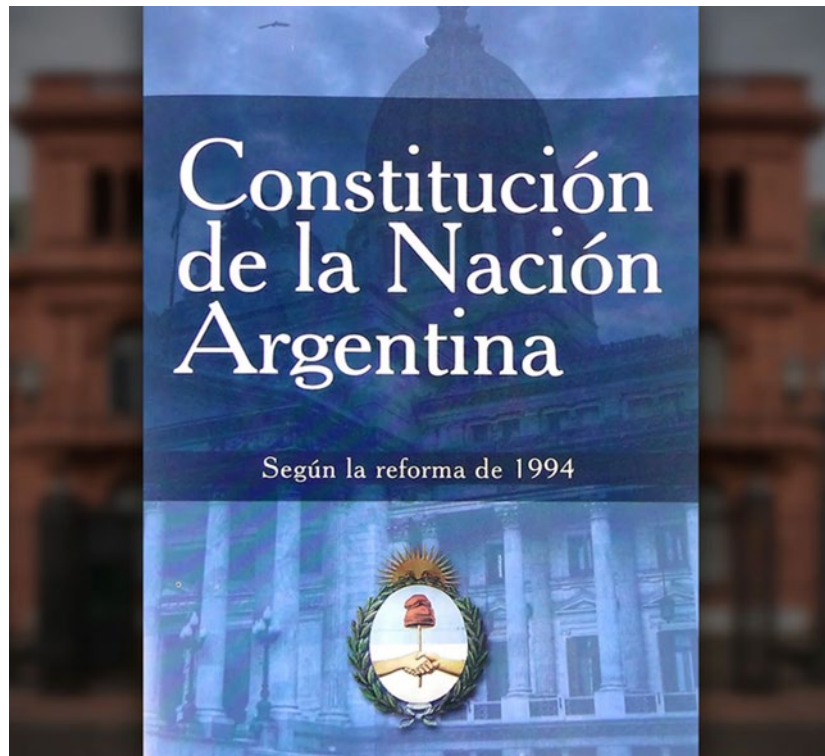
Fuente: Dirección de Economía Minera en base a datos de INDEC y de las empresas.

Marco regulatorio de los minerales críticos

Derecho de Fondo



Derecho de Forma



DOMINIO **DE LAS** **MINAS**

Las minas son bienes privados de la Nación o de las Provincias, según el territorio en que se encuentren.

El Estado no puede explotar ni disponer de las minas, sino en los casos expresados en la presente ley.

Sin perjuicio del dominio originario del Estado, la propiedad particular de las minas se establece por la concesión legal.

Las minas forman una propiedad distinta de la del terreno en que se encuentran



CLASIFICACION Y DIVISION DE LAS MINAS



Art. 2º: Las minas se dividen en tres categorías:



1) Minas de las que el suelo es un accesorio, que pertenecen exclusivamente al Estado, y que sólo pueden explotarse en virtud de concesión legal otorgada por autoridad competente.



2) Minas que, por razón de su importancia, se conceden preferentemente al dueño del suelo; y minas que, por las condiciones de su yacimiento, se destinan al aprovechamiento común.



3) Minas que pertenecen únicamente al propietario, y que nadie puede explotar sin su consentimiento, salvo por motivos de utilidad pública.

Herramientas de beneficios para el inversor

Ley 24.196 de Inversiones Mineras:

- Estabilidad fiscal por 30 años: contados a partir de la fecha de presentación de su estudio de factibilidad correspondiente. Esta estabilidad comprende regímenes nacionales, provinciales y municipales
- Impuesto a las ganancias: deducción del 100% de los montos invertidos en gastos de prospección, exploración, estudios especiales, ensayos, y demás trabajos destinados a determinar la factibilidad técnico-económica de los mismos.

Régimen De Incentivo Para Grandes Inversiones (RIGI)

- Monto mínimo de inversión US\$ 200 millones
- Impuesto a las ganancias: Alícuota del 25%
- Importaciones exentas de derechos de importación
- Exportaciones exentas de derechos de exportación, transcurridos TRES (3) años contados desde la fecha de adhesión al RIGI
- Excepción de obligación de ingreso y/o negociación y liquidación en el mercado de cambios: 20% a partir del segundo año desde su adhesión al RIGI; 40% a partir del tercer año; y 100% a partir del cuarto año en adelante
- Estabilidad tributaria, aduanera y cambiaria durante los 30 años siguientes a de la Fecha de Adhesión
- Compatibilidad con otros regímenes de promoción e incentivo. Ej. Ley 24.196

Muchas Gracias!!!

Favio.Casarin@gmail.com

[linkedin.com/in/faviocasarin](https://www.linkedin.com/in/faviocasarin)

@FavioCasarin

@faviocasarin