



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

CONSEJO DEPARTAMENTAL  
DE LIMA

# MEGATENDENCIA : La Transición Energética y los Recursos minerales

Dr. Jaime E. Luyo Kuong

     @ciplimaoficial

09 de junio del 2023

+ Información



  
ANIVERSARIO 36º SEMANA de la Ingeniería  
NACIONAL 2023

del 2 al 11 de junio



# CONTENIDO

- **Transición Energética**
- **Transición Tecnológica**
- **La Nueva Geopolítica de los Minerales**
- **La Seguridad Energética y Seguridad de Minerales**
- **Visión y Principios para el Desarrollo energético sostenible Peruano**

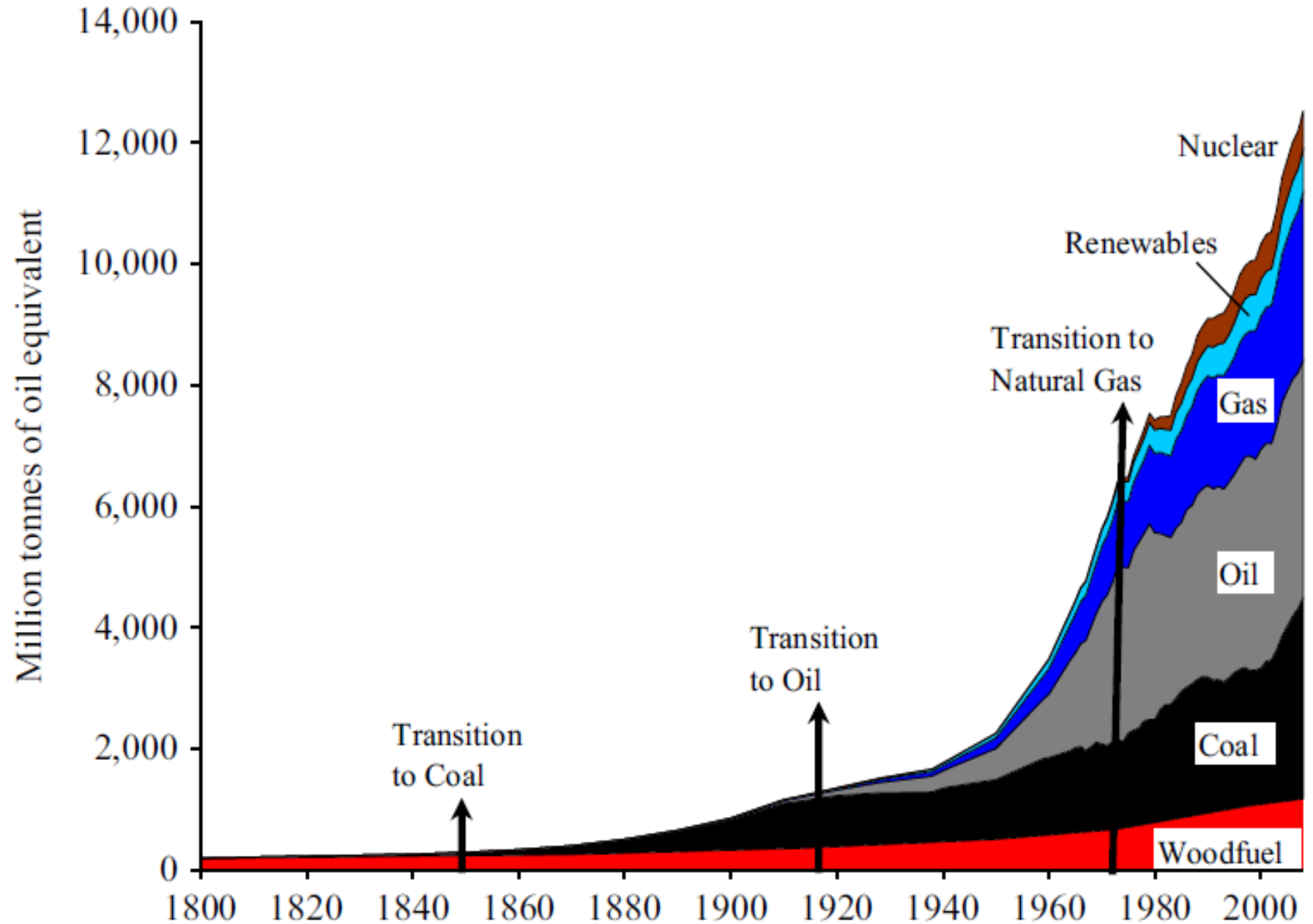
**Comentarios finales**

# **TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

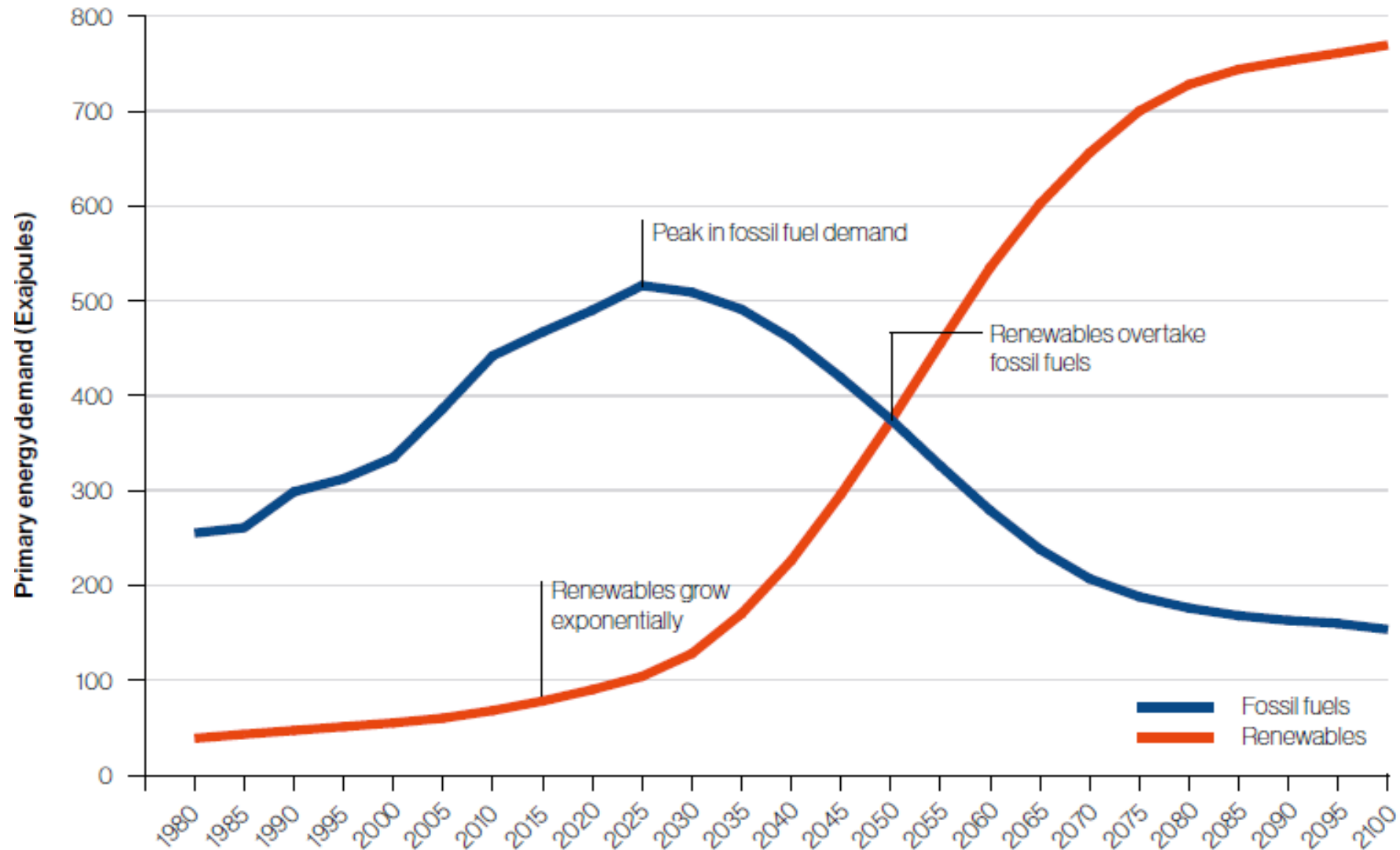
# Transición energética en los últimos dos siglos

## COMENTARIOS :

Transiciones consideradas como el inicio de producción y consumo (a tasas crecientes) de un nuevo recurso energético y, a partir del siglo XXI los renovables y no-contaminantes. Éstas tienen ***implicaciones geopolíticas*** por estar localizados en países y zonas de conflictos .

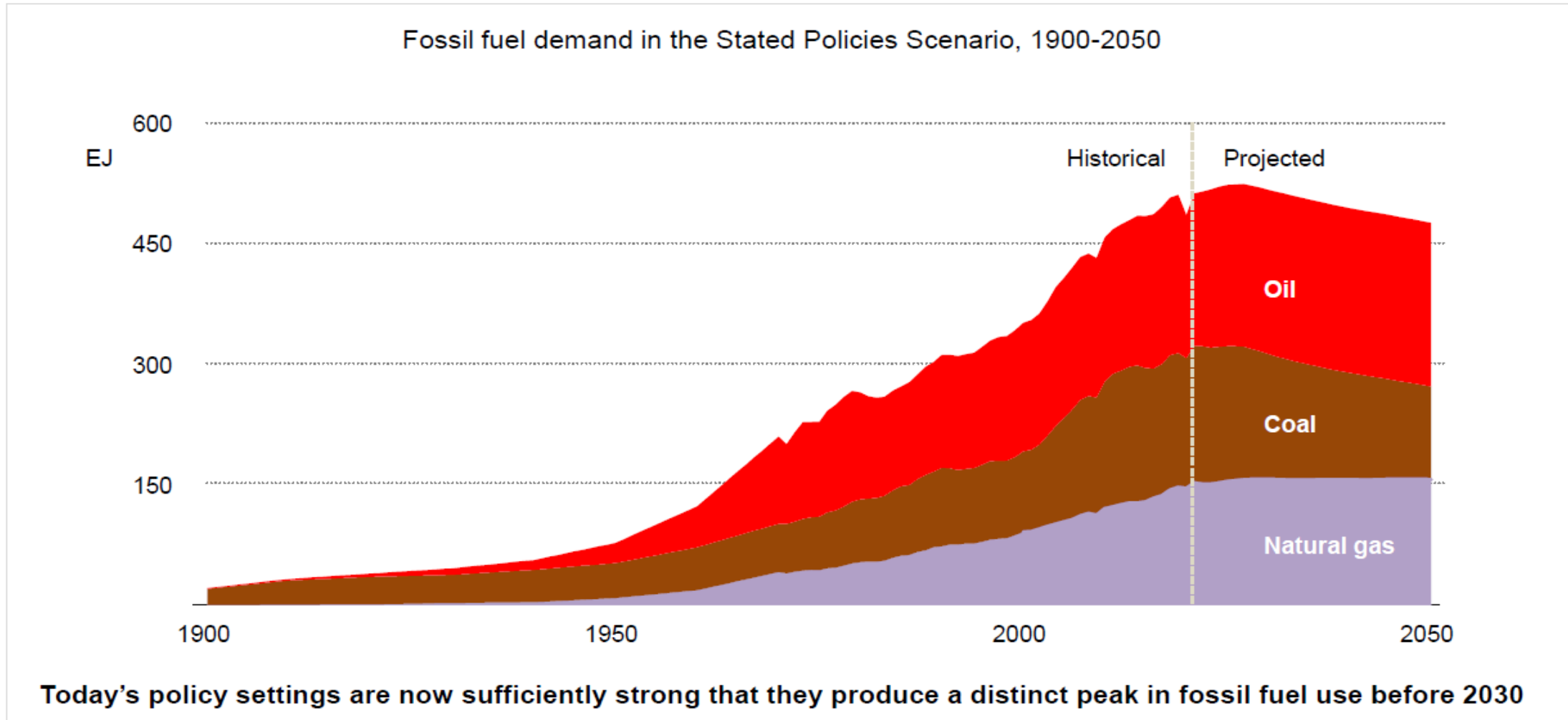


# La transición energética



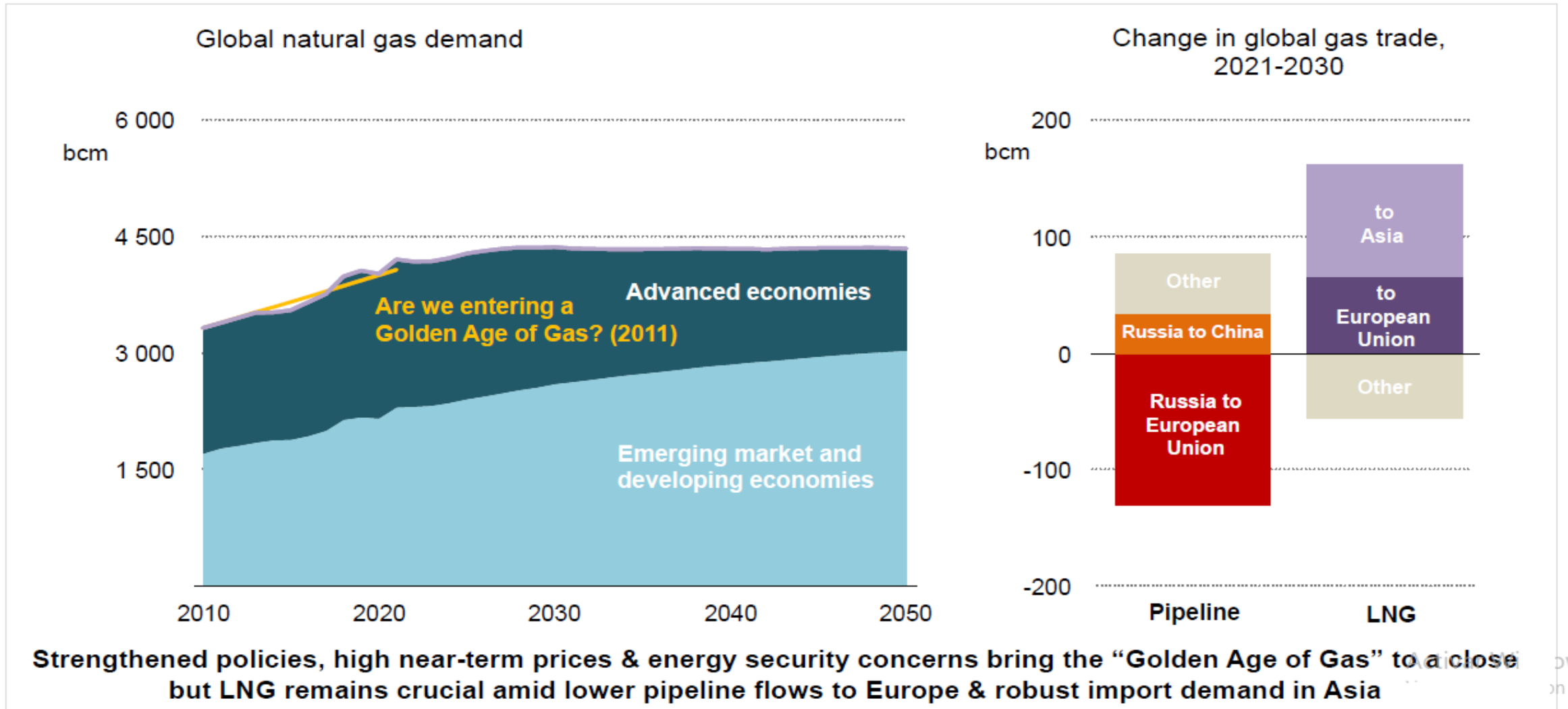
# El *peak oil* se proyecta para cerca del 2030

Peak fossil fuel demand is coming this decade



# El GN será el hidrocarburo de la Transición energética

The era of natural gas demand growth is coming to an end



# **TRANSICIÓN TECNOLÓGICA**



# Vinculación entre tecnologías verdes y minerales críticos

	COP- PER	CO- BALT	NICK- EL	LITHI- UM	REES	CHRO- MIUM	ZINC	PGMS	ALU- MINI- UM
Solar PV	●	○	○	○	○	○	○	○	●
Wind	●	○	●	○	●	●	●	○	●
Hydro	●	○	○	○	○	●	●	○	●
CSP	●	○	●	○	○	●	●	○	●
Bioener- gy	●	○	○	○	○	○	●	○	●
Geother- mal	○	○	●	○	○	●	○	○	○
Nuclear	●	○	●	○	○	●	○	○	○
Electricity networks	●	○	○	○	○	○	○	○	●
EVs and battery storage	●	●	●	●	●	○	○	○	●
Hydro- gen	○	○	●	○	●	○	○	●	●

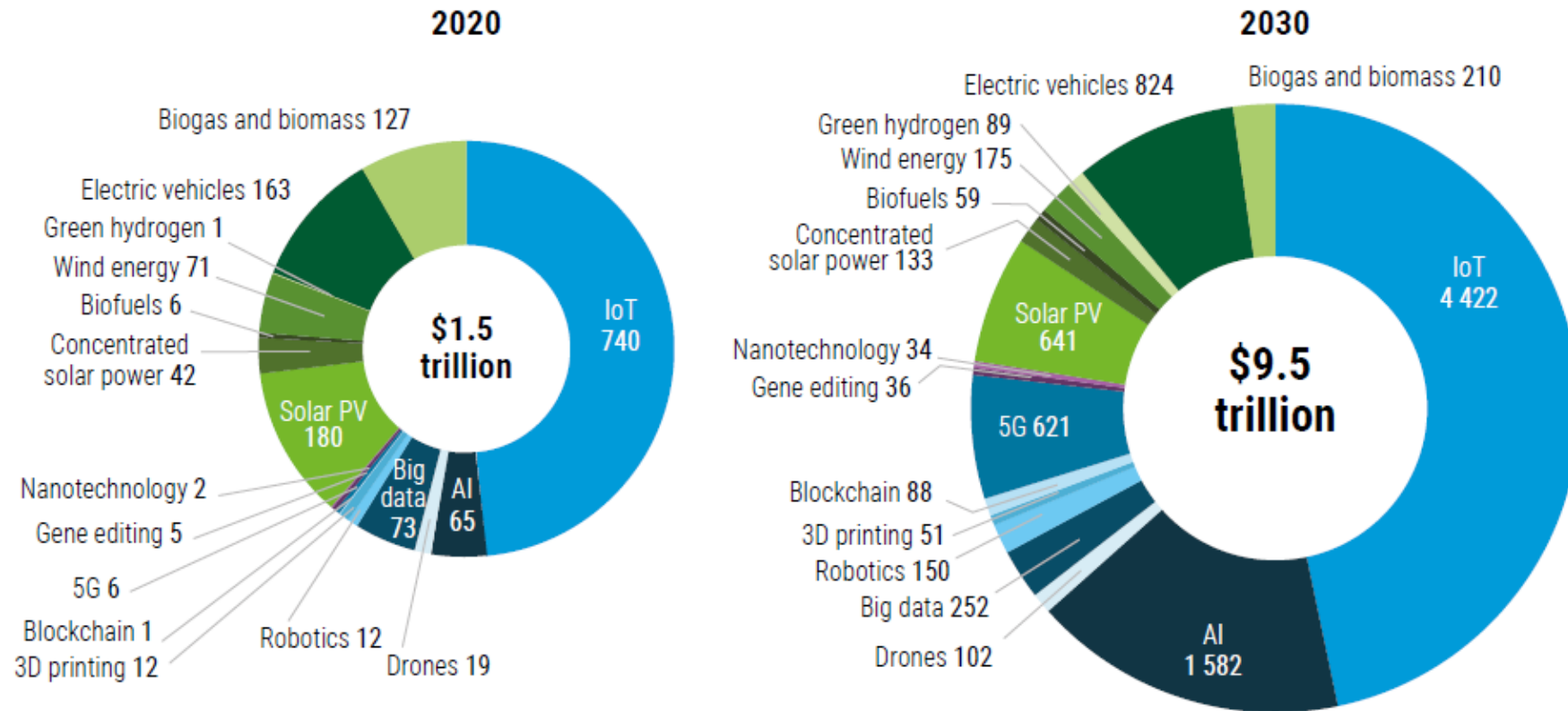
## COMENTARIOS:

El **cobre** y, luego el aluminio y nickel son los de más alta vinculación.

Source: IEA (2022). Note: ● = high; ● = moderate; ○ = low. EVs = Electric vehicles; CSP= Concentrating solar power; PGM= Platinum group metals.

# Valor en el mercado de las tecnologías líderes

Market size estimates of frontier technologies, \$ billion

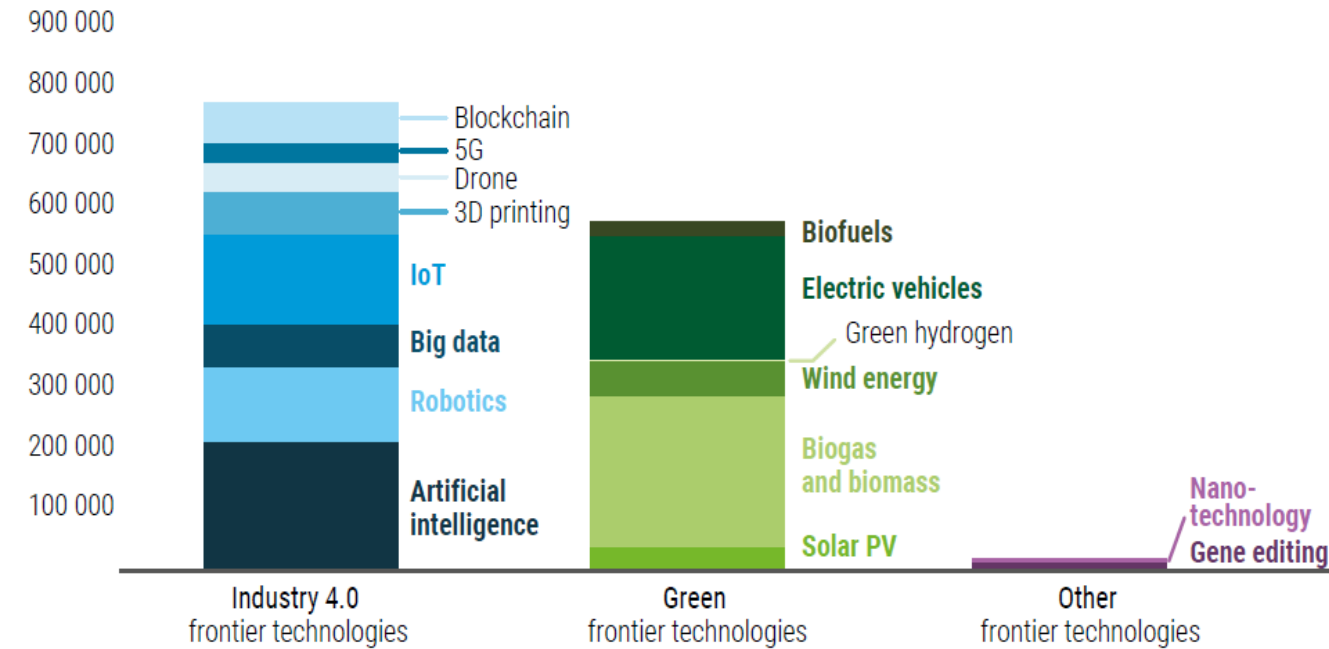


Source: UNCTAD based on various estimates.

**COMENTARIOS:** el cambio y modernización tecnológica también se va alineando y retroalimentando con el proceso de transición energética hacia los ODS y Cero-Emissiones netas. Respecto al IoT, en el gráfico la valoración tiene un sesgo de **dobles contabilidad**, porque tiene incorporado IA, Big Data y otras tecnologías.

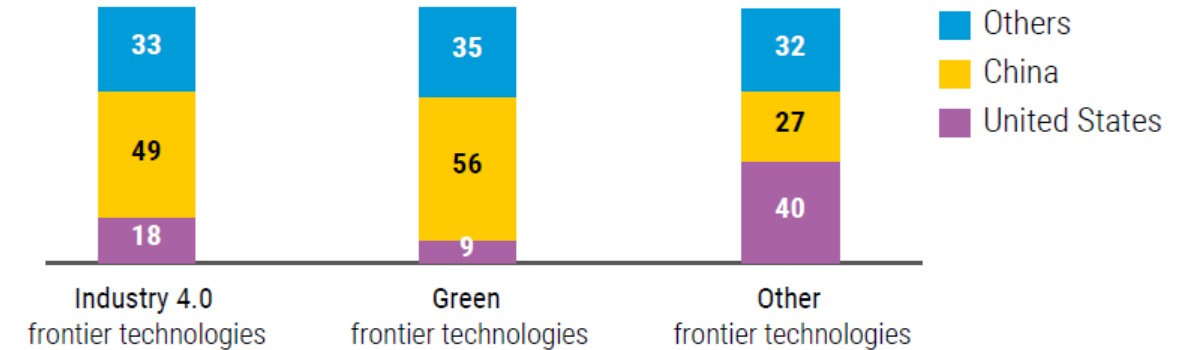
# Competencia internacional en la Transición Tecnológica

Number of patents for frontier technologies, 2000 – 2021



Source: UNCTAD calculations based on data from PatSeer.

Country share of patents, by frontier technology



Source: UNCTAD calculations based on data from PatSeer.

**COMENTARIOS:** el nuevo liderazgo internacional en las nuevas tecnologías no solamente dependerá del número de patentes sino, también de los recursos energéticos y de minerales críticos, de la logística y cadena globales de valor; como se verá a continuación.

# **LA NUEVA GEOPOLÍTICA DE LOS MINERALES**

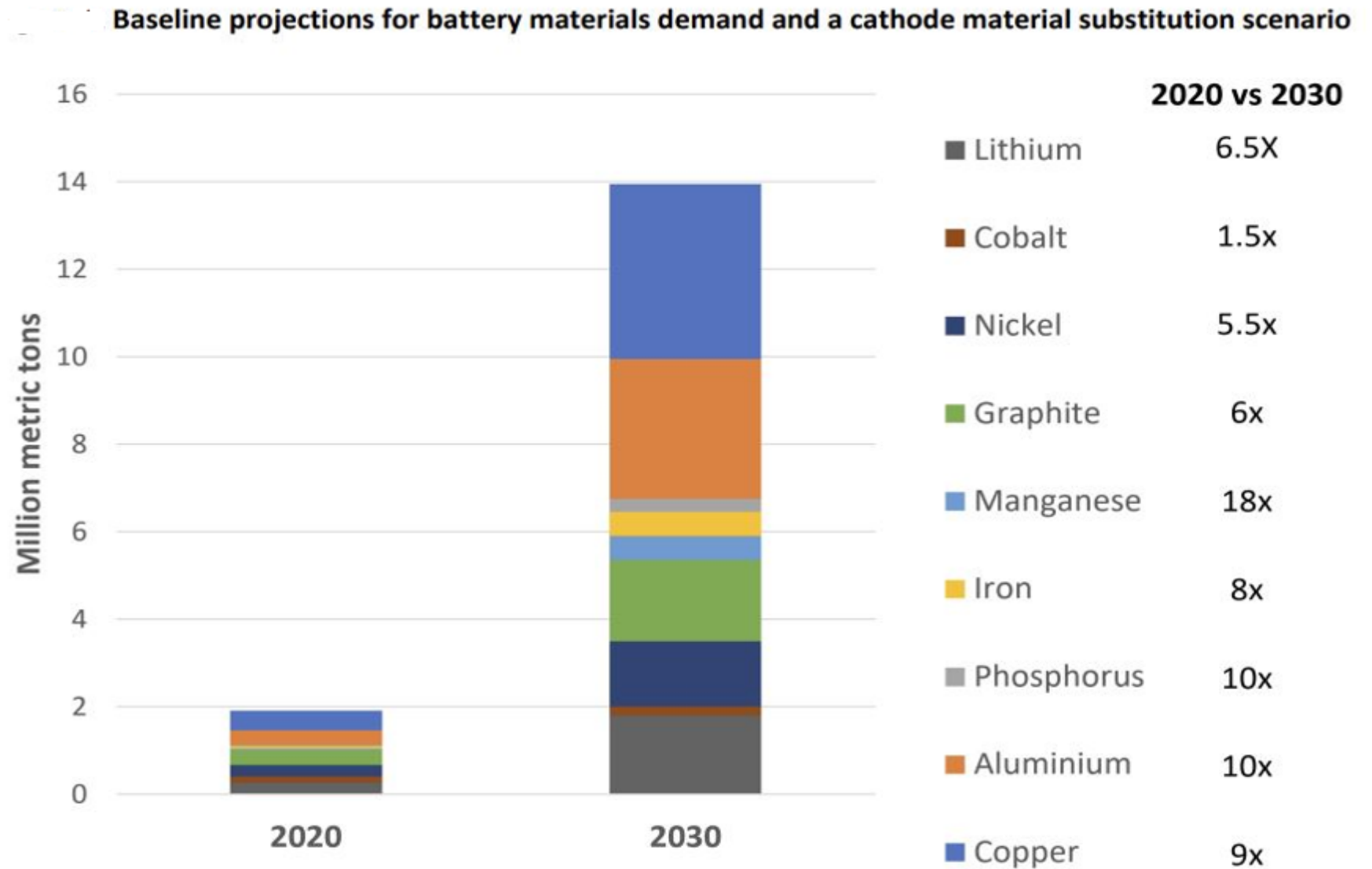
MINERALES REQUERIDOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	
Tipo de mineral	Uso en tecnología renovable
Aluminio	Estructuras de instalaciones fotovoltaicas. Instalaciones eléctricas
Bauxita y alumina	Tecnología solar, eólica, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Cadmio	Tecnologías solares
Cobalto	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos, eólica,
Cobre	Instalaciones eléctricas, energía eólica y solar, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos.
Cromo	Eólica
Estaño	Tecnologías solares
Galio	Tecnologías solares
Germanio	Tecnologías solares
Grafito	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Indio	Tecnologías solares
Litio	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Manganeso	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, eólica, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Molibdeno	Eólica, almacenamiento de energía.

MINERALES REQUERIDOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	
Tipo de mineral	Uso en tecnología renovable
Níquel	Rendimiento, longevidad y densidad de energía de baterías, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos.
Plata	Tecnologías solares
Plomo	Tecnología solar, eólica, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Selenio	Tecnologías solares
Silicio	Tecnologías solares
Telurio	Tecnologías solares
Tierras raras	Imanes de turbinas eólicas y tecnología solar, almacenamiento de energía y vehículos eléctricos
Titanio	Almacenamiento de energía.
Zinc	Tecnologías solares, eólica.

Minerales para la transición energética. Fuente: Elaboración propia con base en AIE (2020), World Bank (2020), Church y Crawford (2020)

Ref. : B., Olivera et al., *Minerales críticos para la Transición Energética*, Fundación Heinrich Boll, dic. 2022

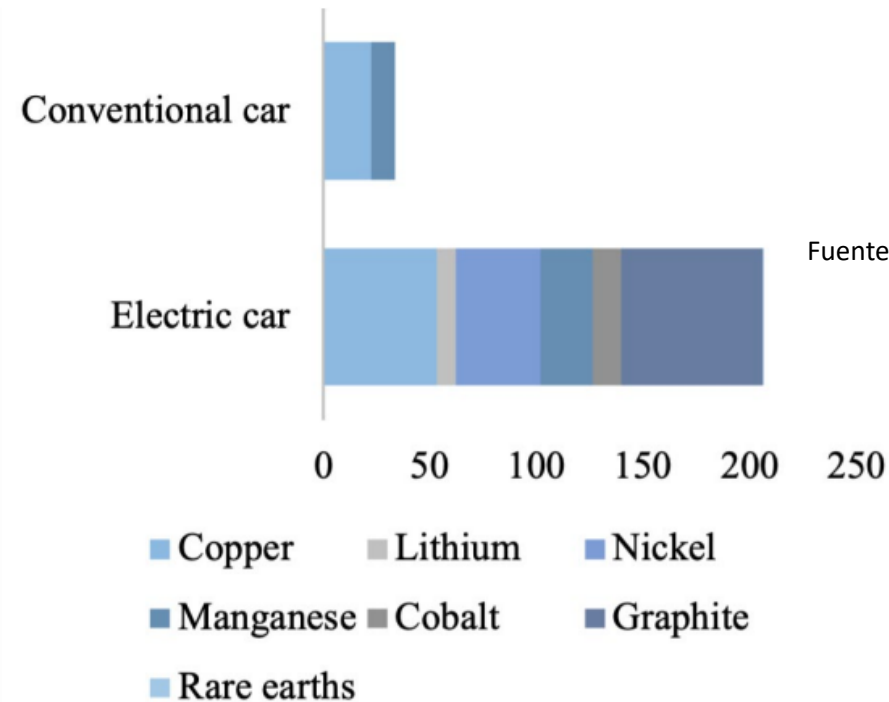
# Minerales críticos para la electrificación del transporte



**NOTAS:** Bloomberg NEF proyecta una demanda de 4 millones de toneladas de cobre y solo para las baterías de iones de litio para 2030. Los vehículos eléctricos pueden  duplicar o cuadruplicar  el uso de cobre que el consumo actual con los carros de motor de combustión interna.

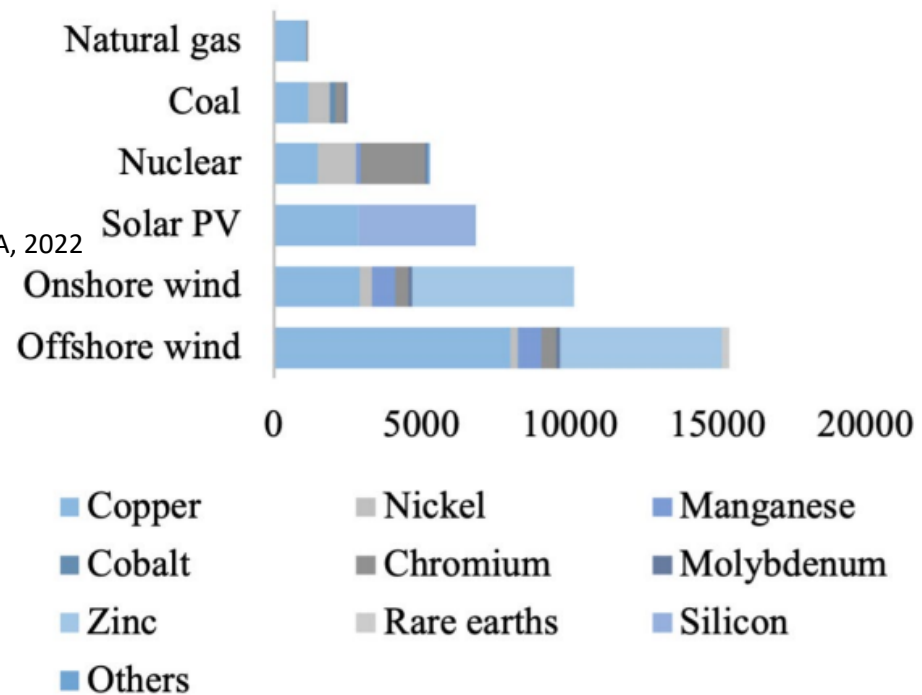
# Minerales críticos para la Transición Energética

Critical Minerals Used in Electric Cars Compared to Conventional Cars (Kg/Vehicle)



Fuente: IEA, 2022

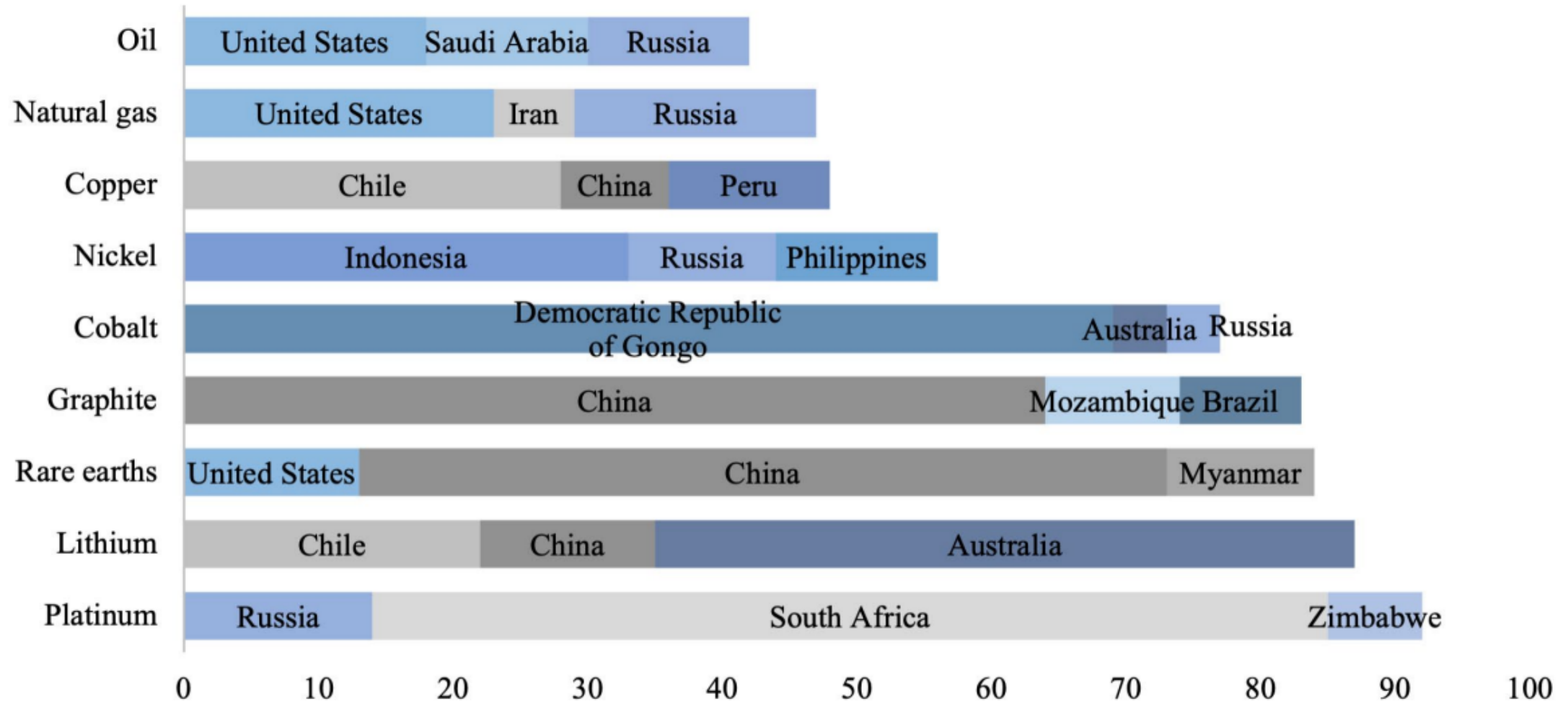
Critical Minerals Used in Clean Energy Technologies Compared to Other Power Generation Sources (Kg/MW)



Fuente: IEA, 2022

**COMENTARIOS:** Se observa que en los VHE, en conjunto de minerales se demanda mas de **5 veces** y, en cobre **el triple** que los carros de combustión interna. Tambien en las otras tecnologías verdes, con respecto a las actuales (NG,Carbón, nuclear) se requiere en conjunto entre **10 y 20** veces más de minerales y, el **cobre es omnipresente**.

# Los tres mayores productores de minerales críticos, GN y petróleo

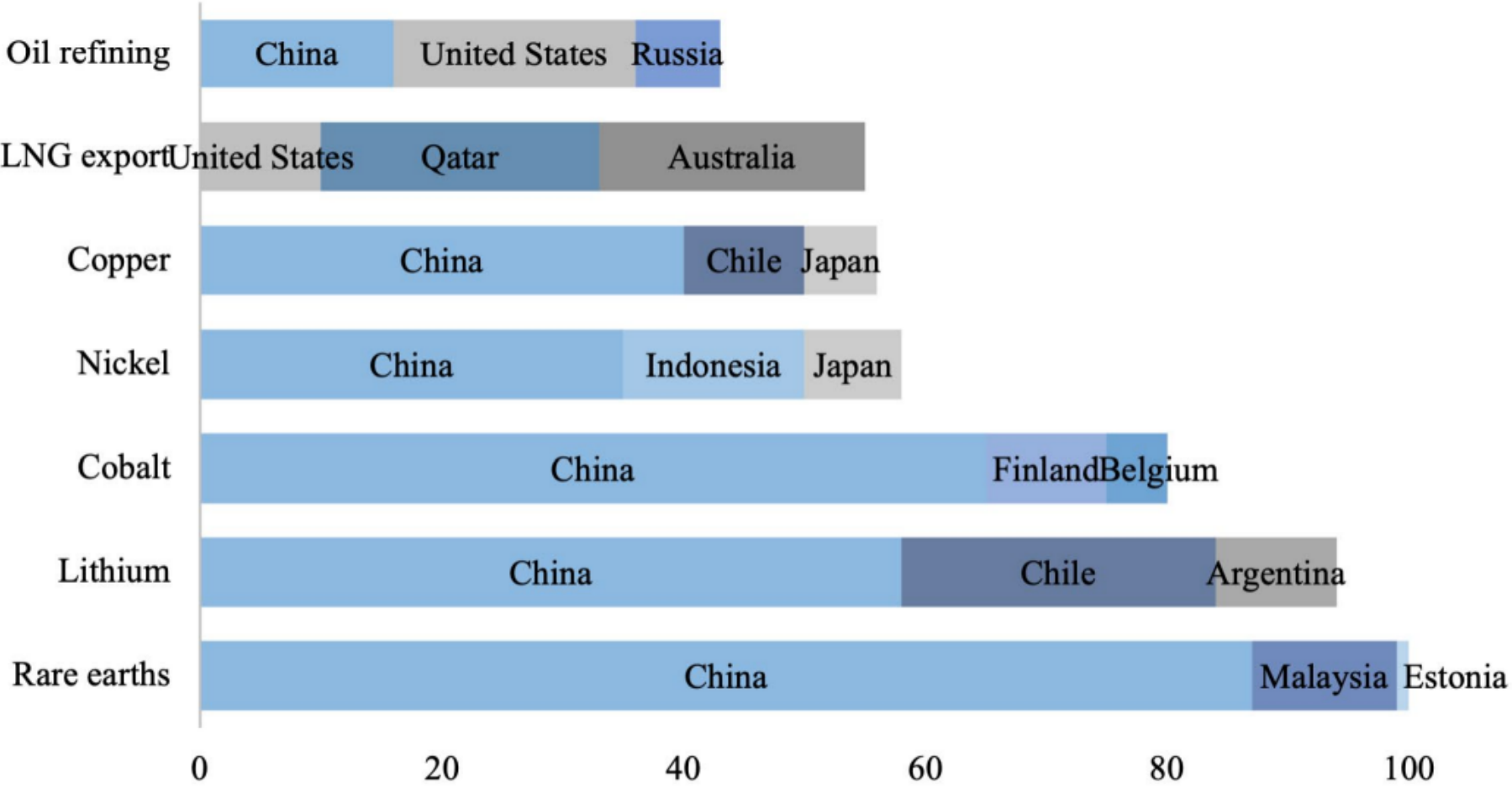


Source: IEA (2022); USGS (2021)

**COMENTARIOS:** en el escenario actual de bipolarización, algunos recursos como las **tierras raras** China tiene una hegemonía absoluta, el **cobalto** en la RDC, **nickel** en Indonesia, **grafito** en China y Mozambique; **Platino** en SudÁfrica, Rusia y Zimbague; además del **GN** en Rusia e Iran, y similarmente en el **petróleo**. Países que no están dentro de la esfera hegemónica de los EE.UU.



# Los tres mayores procesadores de minerales críticos, GN y petróleo



Source: World Bureau of Metal Statistics (2020); Adamas Intelligence (2020) for rare earth elements.

**COMENTARIOS:** se puede ver que, China ha alcanzado a liderar en el procesamiento de todos los minerales críticos indicados, lo que le da una ventaja en el comercio mundial.



# PERÚ ES PRODUCTOR DE OCHO MINERALES CRÍTICOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



Compartir en:

De los 17 minerales críticos para la transición energética mundial, ocho se extraen en el Perú, los cuales son el cobre, hierro, plomo, plata, zinc, indio y grafito, sostuvo Jorge Acosta, director de Recursos Minerales y Energéticos del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet).

INGEMMET culminará la elaboración de la **Carta Geológica Nacional a escala 1:50000 en 2024**, la cual reunirá información geológica objetiva del territorio para la **localización de objetivos potenciales de minerales críticos no explotados**.

peruanos ganadores se preparan para posicionarse en nuevos mercados

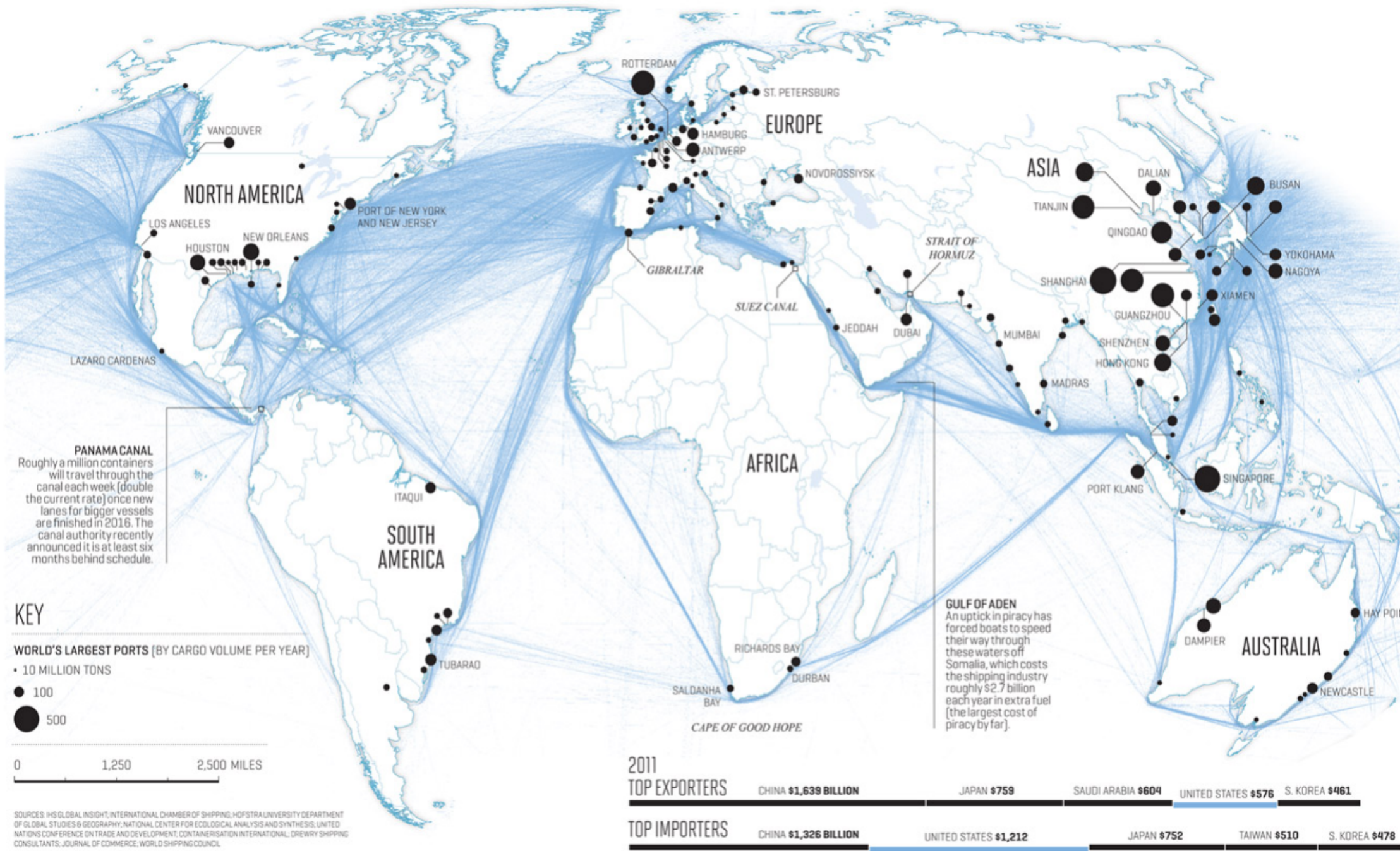
PERUMIN Inspira: Se inicia convocatoria

# **LA SEGURIDAD ENERGÉTICA Y DE MINERALES Y LA CADENA DE SUMINISTROS**



# Cambio Climático : Rutas Marítimas.

Canal de Panamá al borde del colapso : la mayoría de las exportaciones del Golfo de EEUU transita por el Canal de Panamá y el **6% del** comercio marítimo mundial (elespanol.com ; 04/06/2023)



# Crisis del estrecho de Taiwan

**COMENTARIOS:** un bloqueo afectará a la cadena de suministros mundial, ya que **Taiwán es el principal productor global de chips semiconductores avanzados** (Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. , TSMC), es la empresa independiente dedicada a semiconductores más grande del mundo) **y**, que además tendría efectos inflacionarios.

**Samsung** potencialmente invertirá casi 200 mil millones de dólares en 11 plantas de semiconductores en Texas. La primera estaría operativa en el 2034 (Blomberg, 21 julio 2022).

**Ley Chips y Ciencia**, que libera 52.700 millones de dólares en subvenciones, ayudará a Estados Unidos a ganar "la competencia económica del siglo XXI", aseguró Biden (09.08.2022, DW).

**Ley de Reducción de la Inflación** , que tiene como objetivo frenar la inflación mediante la reducción del déficit, la reducción de los precios de los medicamentos recetados y la inversión en la producción de energía doméstica al tiempo que promueve la energía limpia. Promulgada el 16 de agosto de 2022.





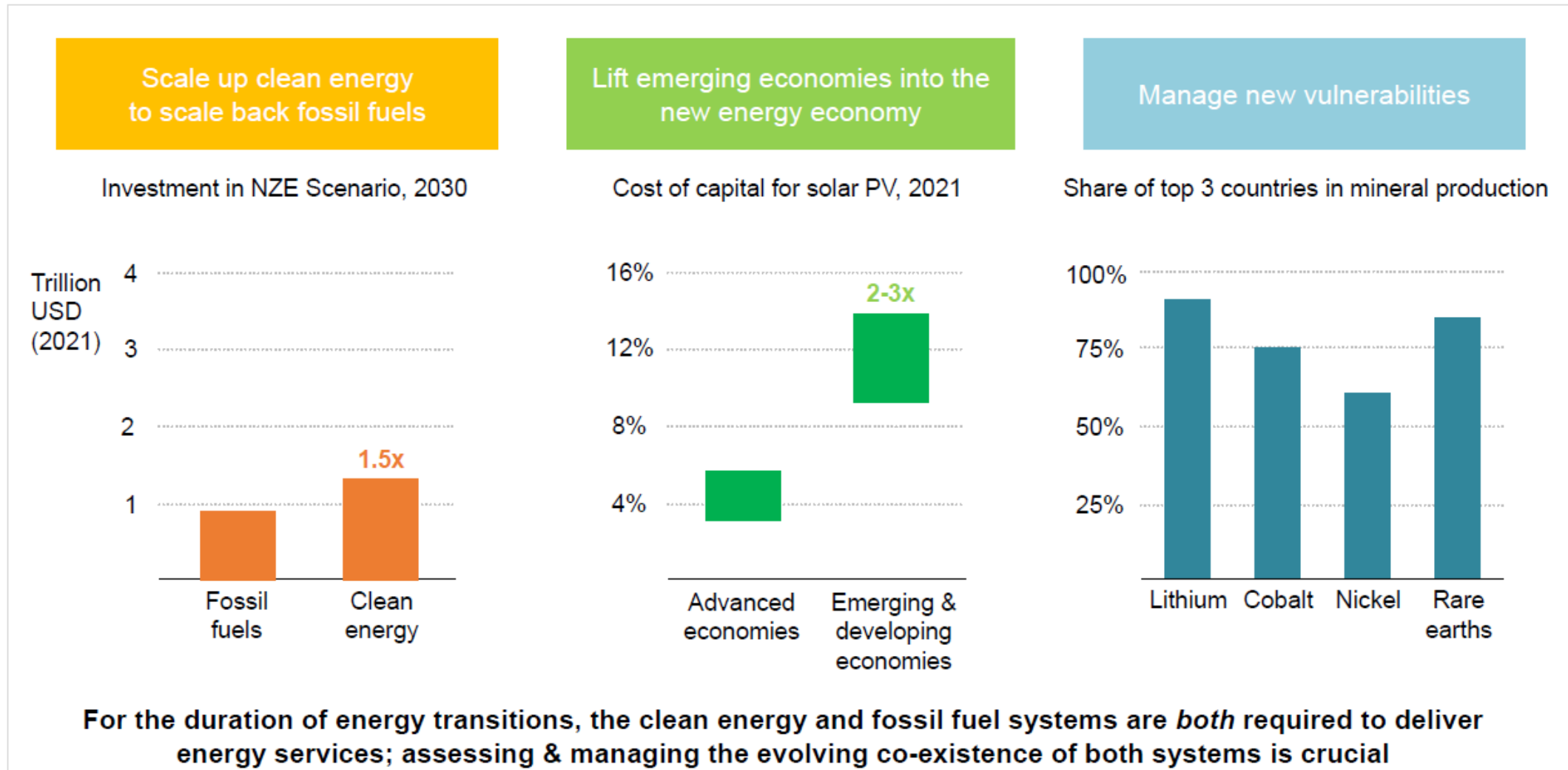
**EE.UU y  
China  
Principales  
socios  
Comerciales  
de LAC**



# **LA SEGURIDAD ENERGÉTICA Y LA SEGURIDAD DE MINERALES**

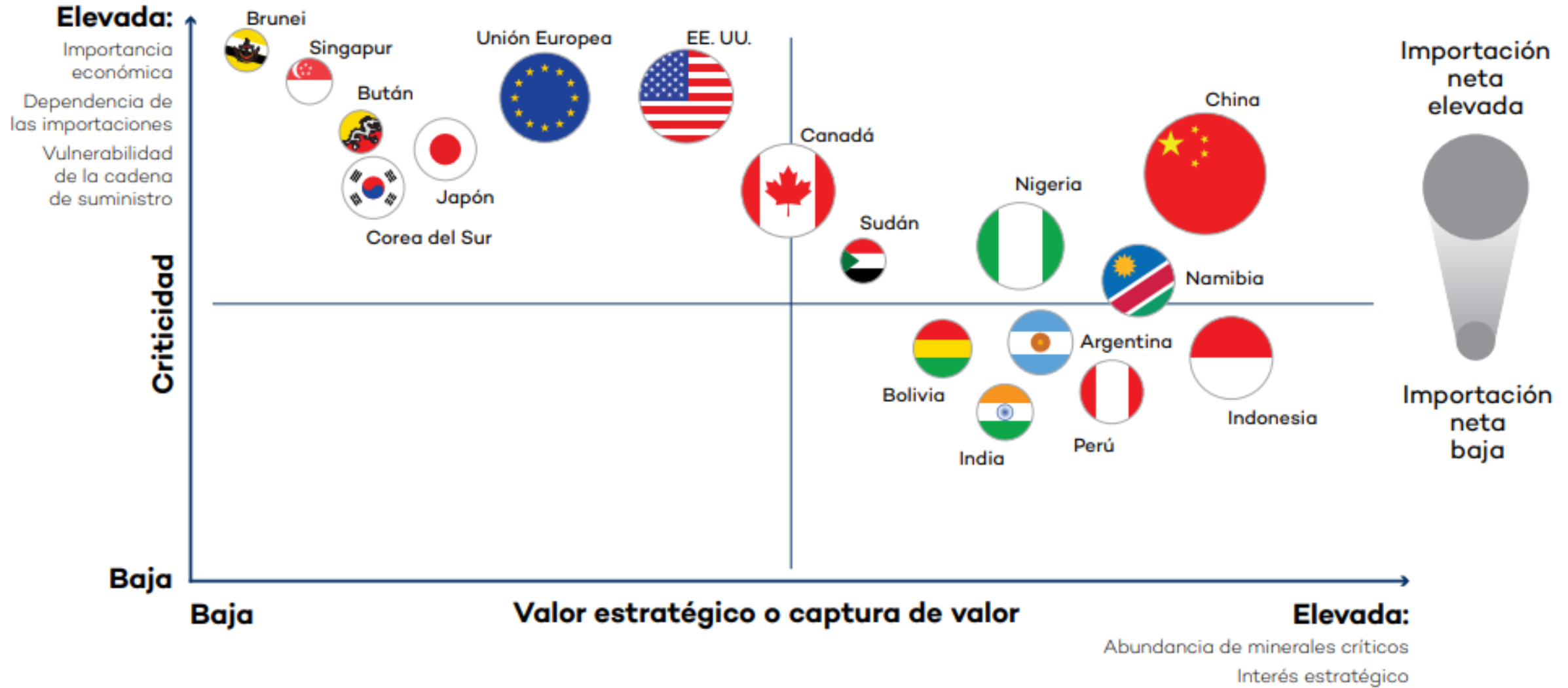
# La nueva *Seguridad Energética* está vinculada a la *Seguridad de los minerales*

A new energy security paradigm is needed for secure transitions

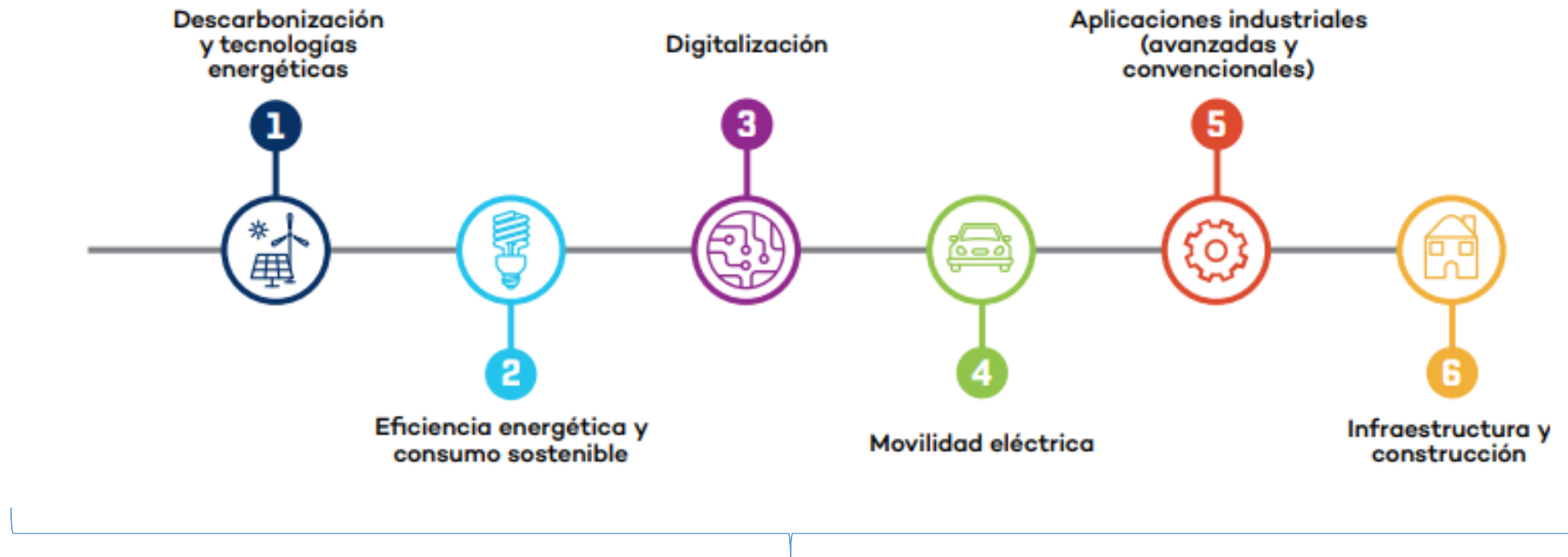




# PERSPECTIVAS DE LA CRITICIDAD\*



# PRINCIPALES FACTORES QUE IMPULSAN LA DEMANDA DE MINERALES CRÍTICOS

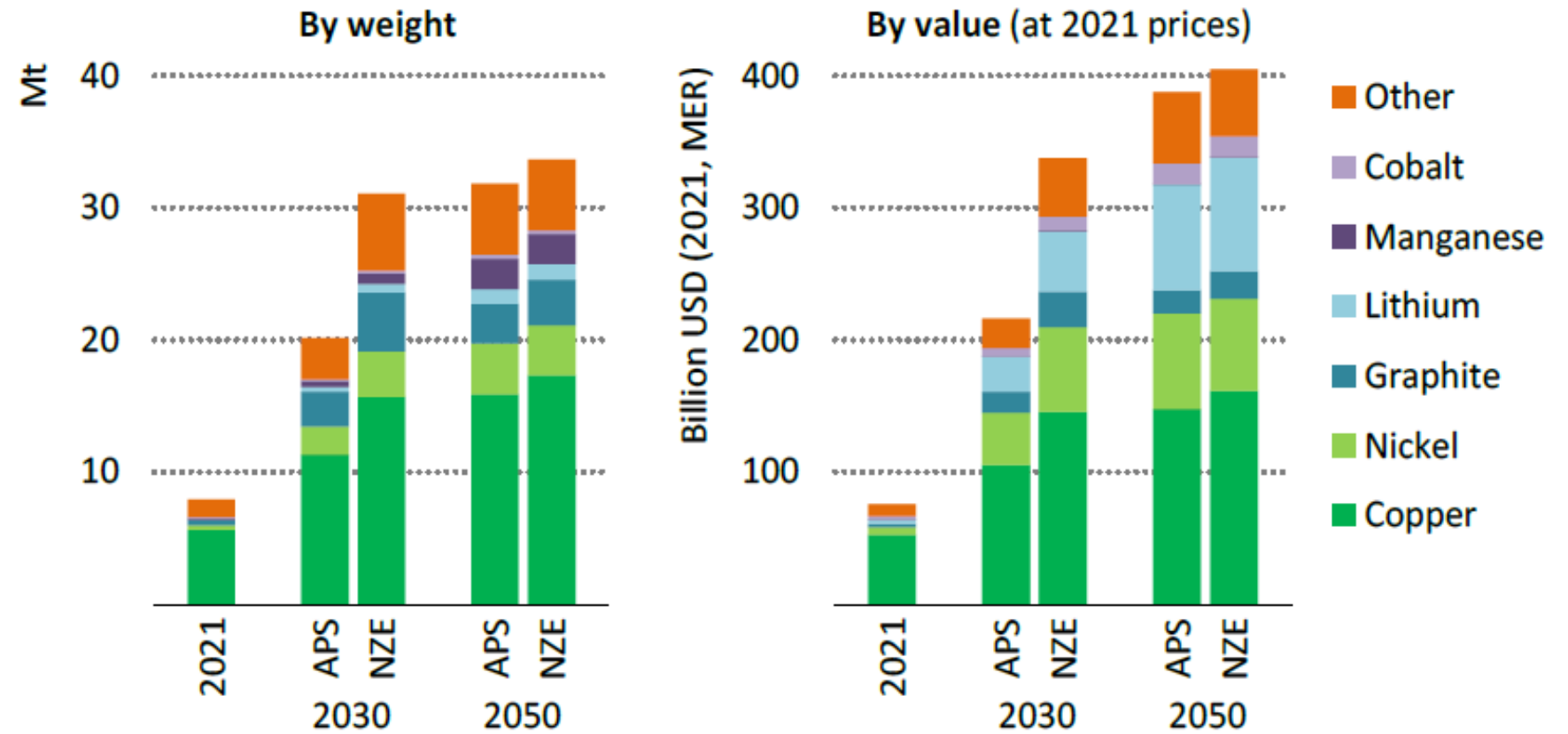


**Mayor presión en los procesos de extracción, producción y refinado => Desafíos y oportunidades para los Gobiernos**

# Demanda de Minerales críticos para la Transición Energética

**COMENTARIO:** El Perú es el segundo mayor productor mundial de *cobre*, y también produce hierro, plomo, plata, zinc, grafito y otros, con un potencial estimado entre los mayores de la región.

Critical mineral demand by weight and value for clean energy technologies by scenario



IEA

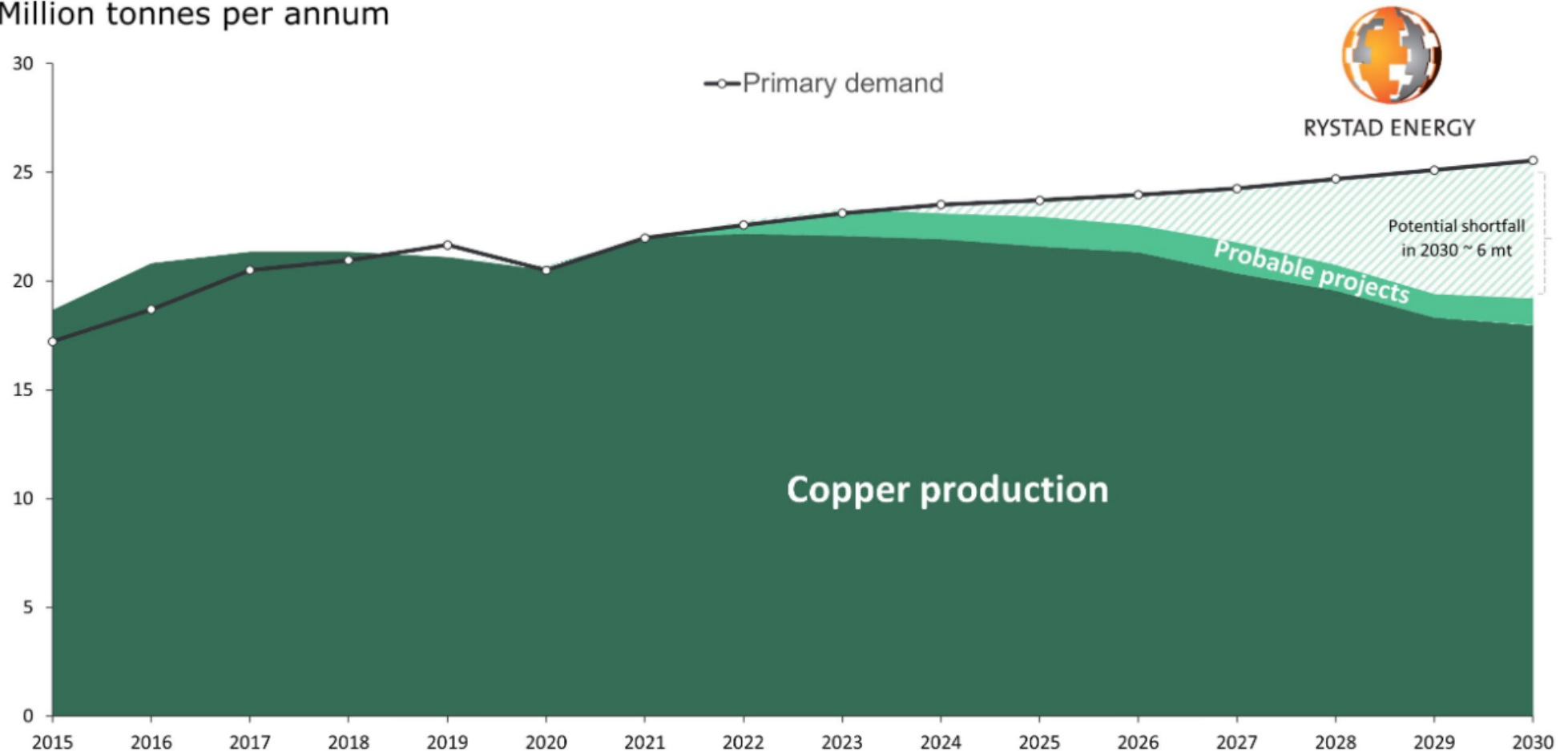
*Critical mineral demand for clean energy technologies quadruples already by 2050 in the NZE Scenario, with particularly high growth for EV-related minerals*

Notes: Mt= million tonnes. 2021 prices are used to calculate the monetary value of critical minerals. Net Zero Emissions by 2050 (NZE) ; Announced Pledges Scenario (APS)

# Déficit en cubrir la demanda de cobre más allá del 2030

## Global outlook for primary copper demand and supply

Million tonnes per annum

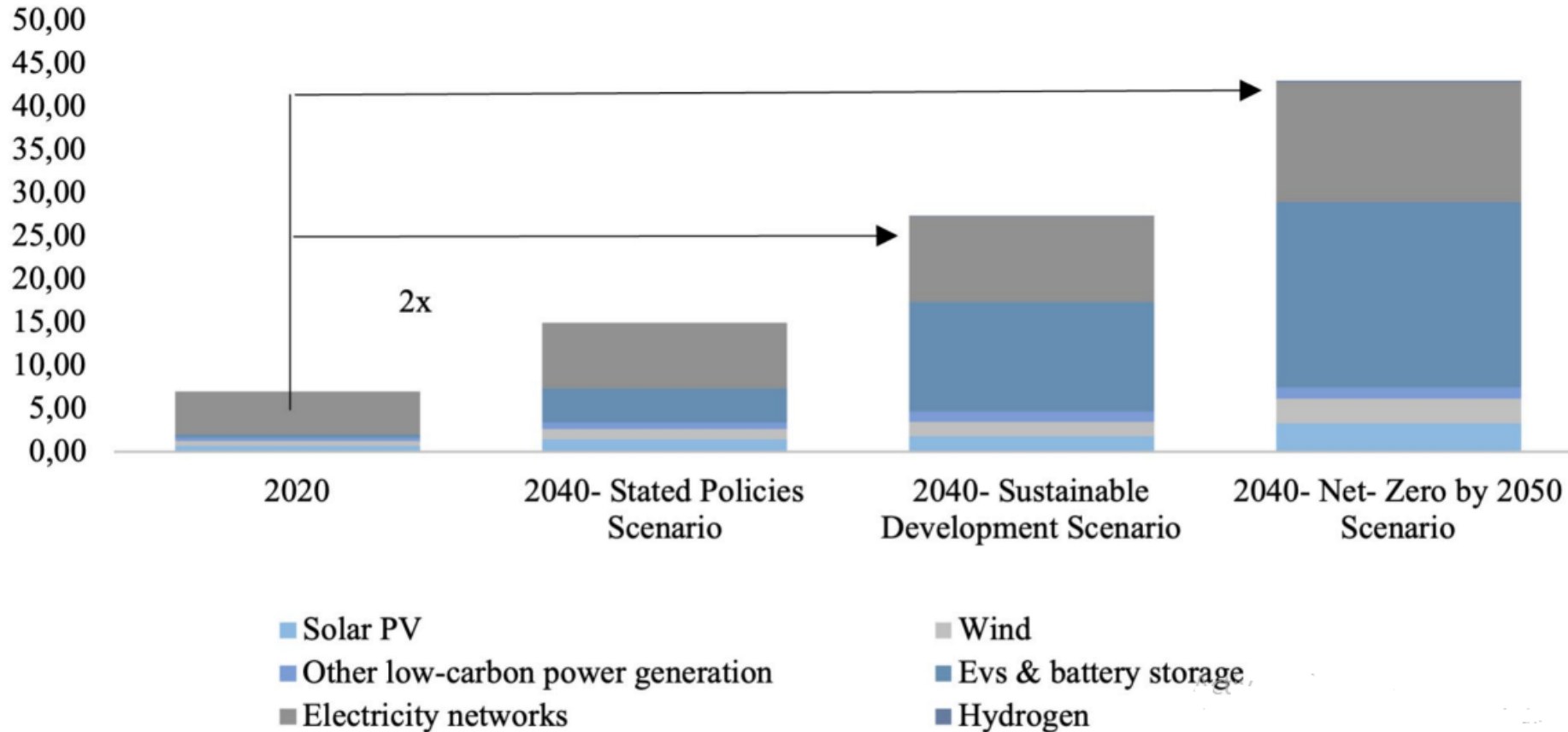


Source: Rystad Energy research and analysis, Western Copper and Gold, IWCC, IEA

**COMMENTS:** « As much as **\$250 billion in mine investments** could be needed by 2030 to meet heightened demand for copper resulting from the energy transition, Vandita Pant, chief commercial officer of miner BHP», FT Commodities Global Summit March 21, 2023..

# Demanda de minerales críticos para las próximas décadas

Total Critical Mineral Demand for Clean-Energy Technologies by Scenario, 2020 Compared to 2040

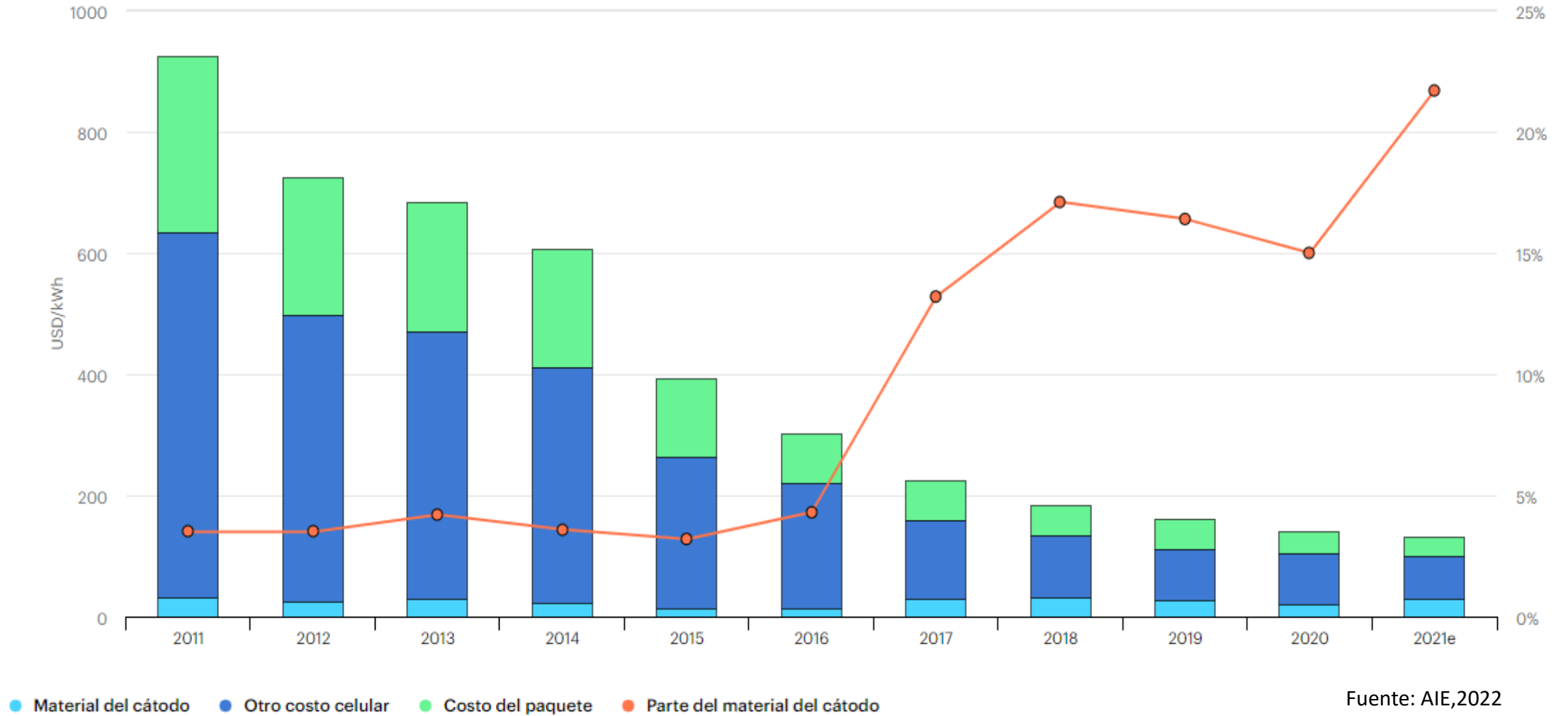


Fuente: IEA, 2022

NOTE: TEPS, analysis of today's policies and policy announcements . SDS indicates what would be required in a trajectory consistent with meeting the Paris Agreement goals.

**COMENTARIO** : para el escenario STEPS la demanda *se duplicará*; en el SDS se *trilicará* y, en NET-ZERO, se *cuadruplicará*.

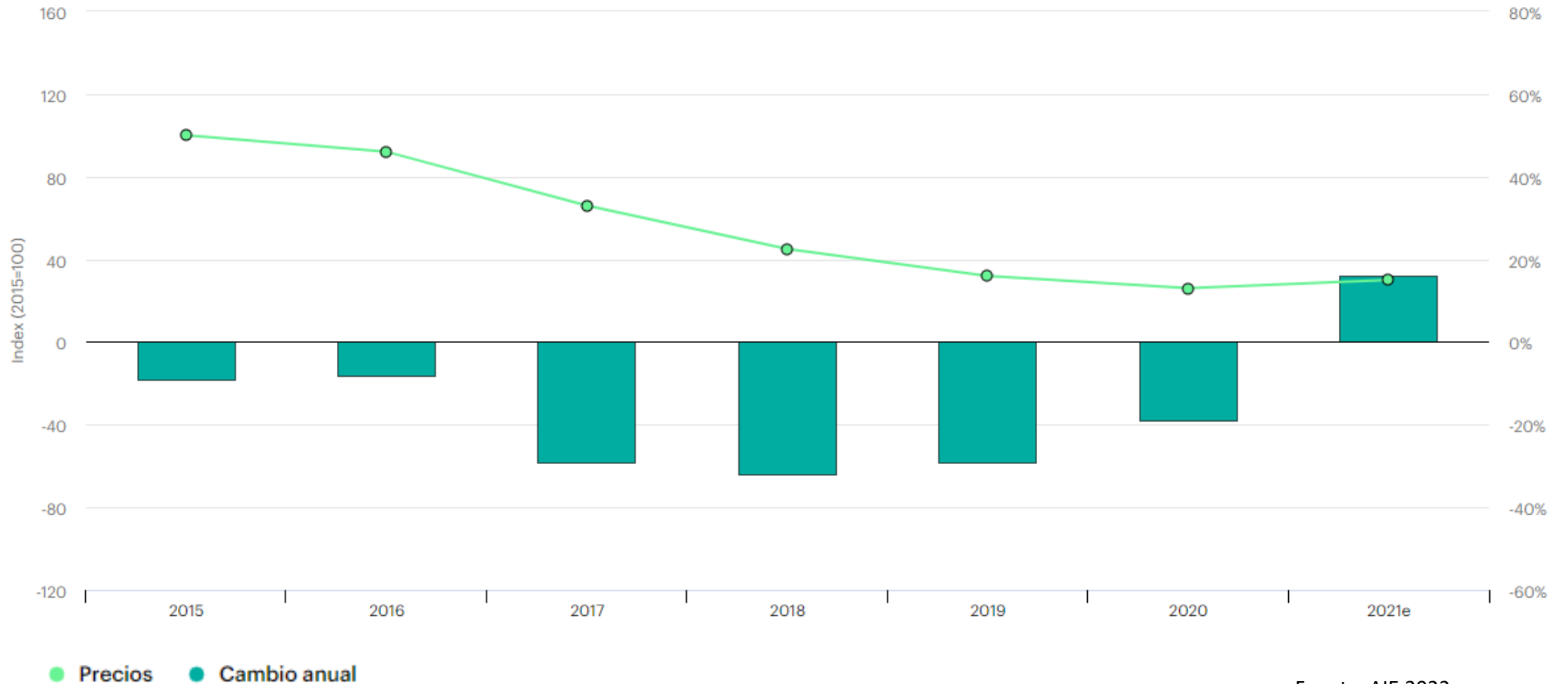
Precio promedio del paquete de baterías de iones de litio y participación en el costo del material del cátodo, 2011-2021



Fuente: AIE,2022

**NOTAS:** los materiales del cátodo, que son esenciales para las baterías de iones de litio e incluyen litio y otros, que años años previos solo representaban menos del 5% del costo total del material del cátodo, ahora está superando el 20% porque la mayor demanda está disparando los precios del litio.

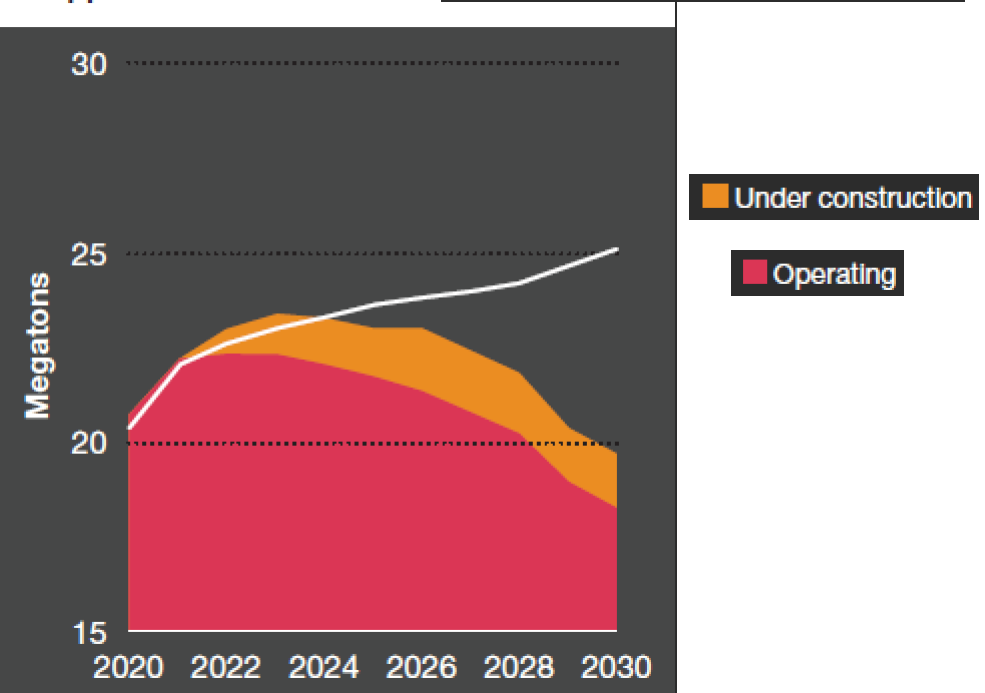
## Tendencias de costos de tecnología para módulos solares fotovoltaicos, 2015-2021



Fuente: AIE, 2022

**COMENTARIOS:** los precios de los módulos FV han ido bajando en la última década debido a la innovación tecnológica, eficiencia y economías de escala, en los últimos años esta tendencia ha ido reduciéndose debido al incremento de la demanda y de precios de los minerales. Lo que será revertida con mayor ***I&D y gestión de riesgos a lo largo de la cadena de valor.***

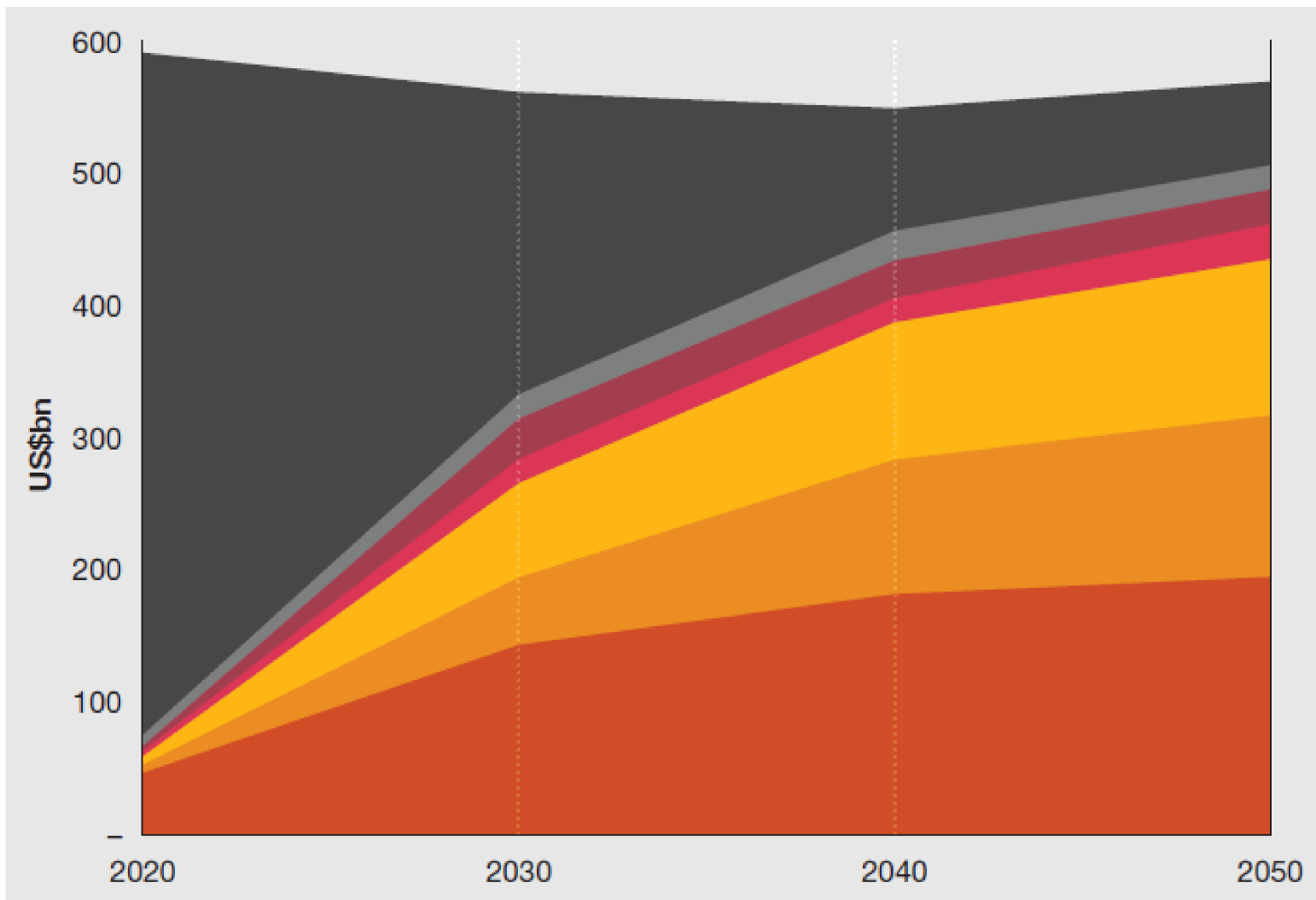
## Copper



**COMMENTS:** «Demand for critical minerals is expected to grow significantly over the **next three decades**. The International Energy Agency estimates that the annual demand for critical minerals from clean energy technologies will surpass **US\$400bn by 2050**,... This might seem like a long way off, but miners are already struggling to keep up with the demand for critical minerals.....**copper**, lithium and cobalt are already experiencing supply constraints, and supply imbalances are likely in the near term...».

Source: PwC, June 2022

## Global market value for coal vs. energy transition minerals



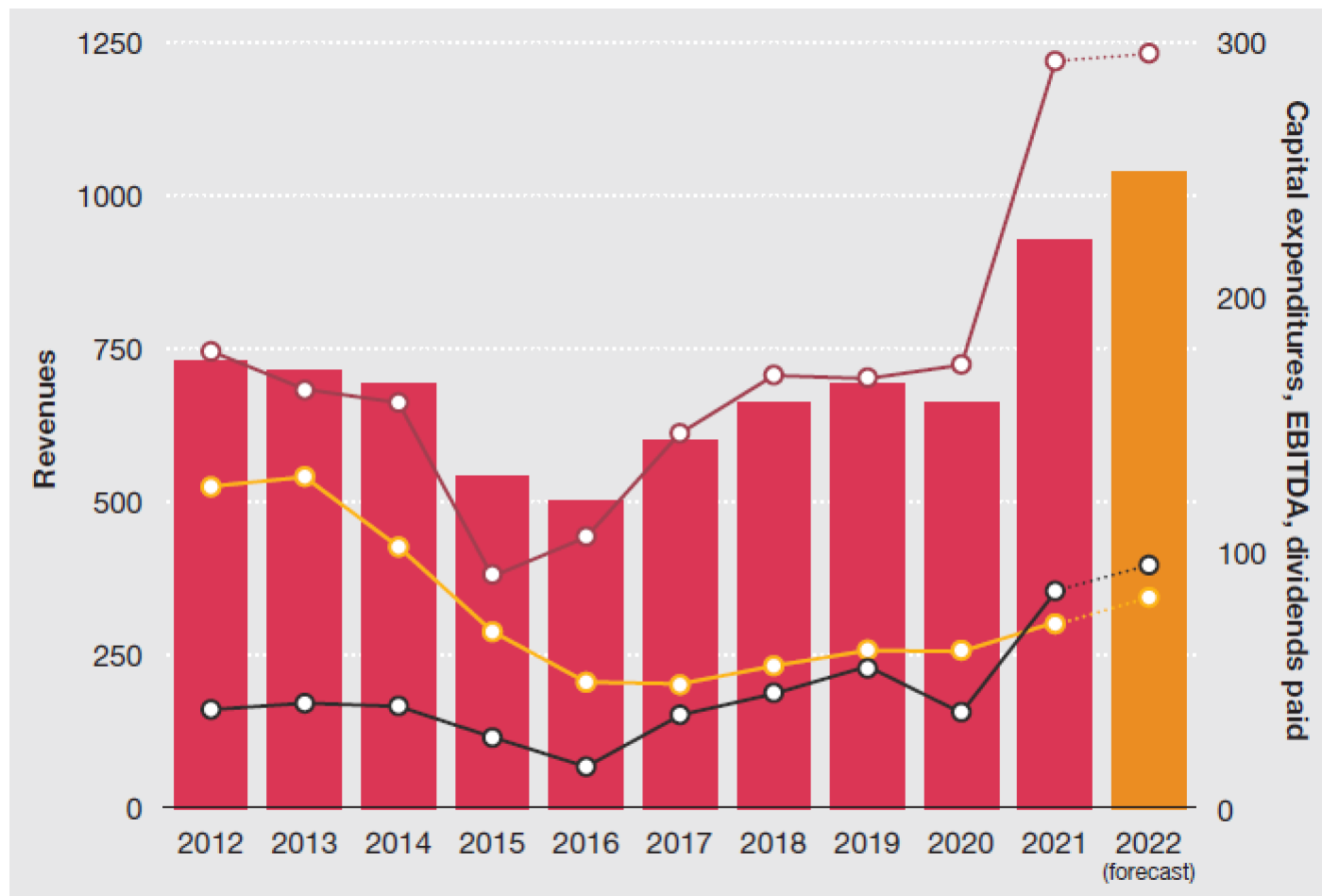
Thermal coal Other critical minerals Graphite Cobalt Nickel Lithium Copper

**Note:** Other critical minerals include rare earth elements, silicon and manganese. Estimates are of global annual market value for coal vs. critical minerals demand from energy transition end use only. Estimates do not include other industrial applications.

**Source:** Adapted from International Energy Agency



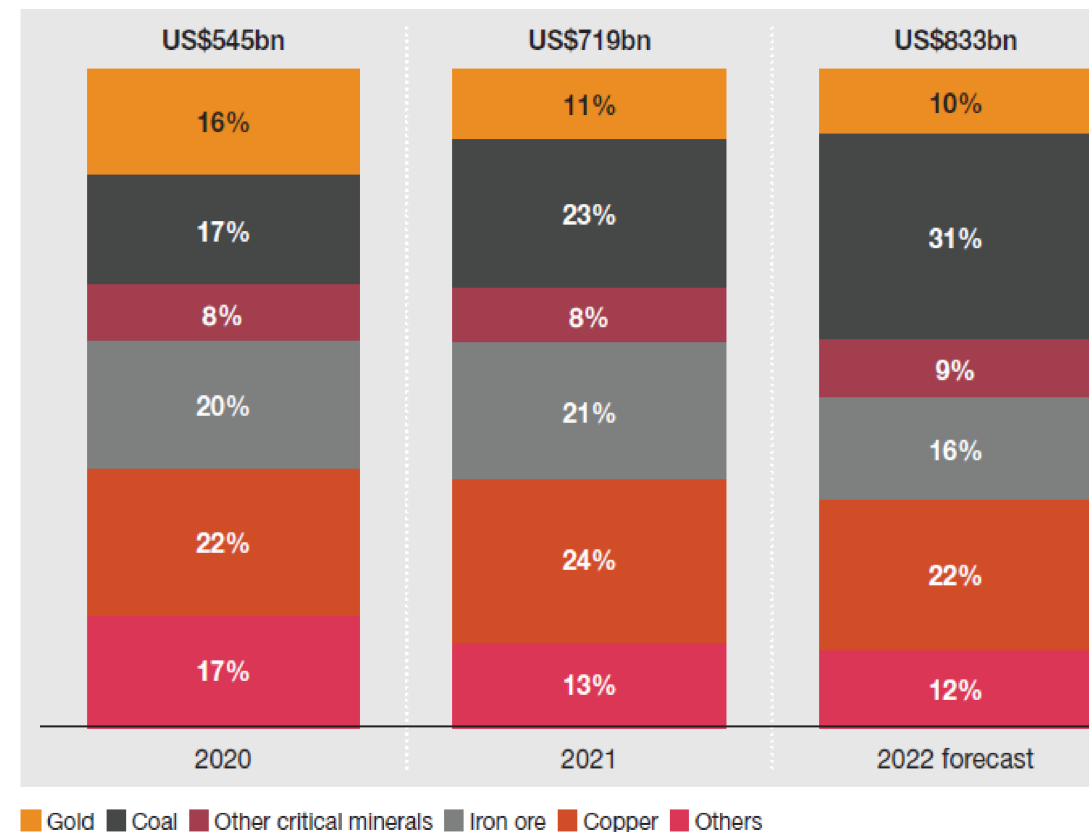
## Top 40 mining companies performance trend (US\$bn)



■ Revenues — EBITDA — Capital expenditures — Dividends paid

Source: Company annual reports, PwC analysis

## Top 40 revenue-based commodity mix



■ Gold ■ Coal ■ Other critical minerals ■ Iron ore ■ Copper ■ Others

Note: Other critical minerals of 9% includes nickel, aluminium, palladium, platinum, lithium and cobalt. Others of 12% includes a variety of commodities, such as diamonds, rhodium, potash and zinc.

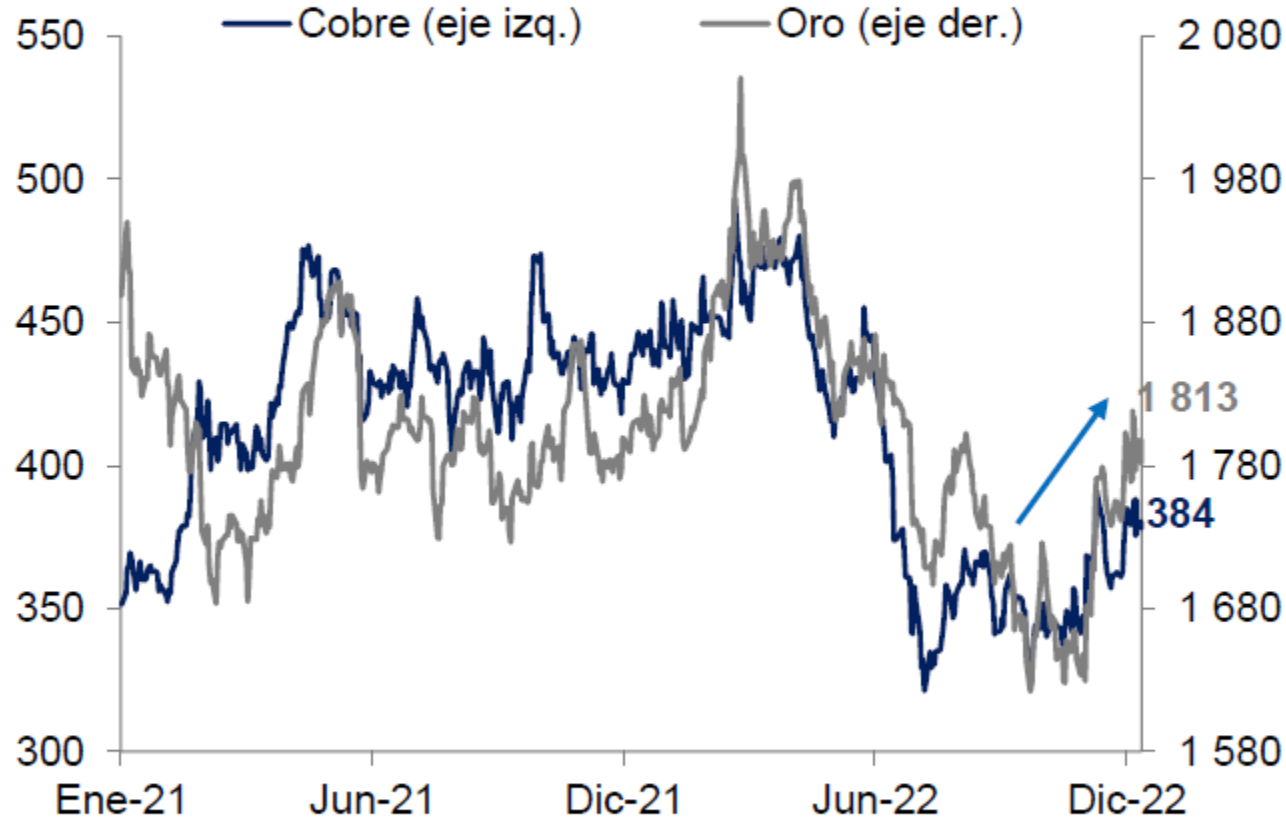
Source: Company annual reports, PwC analysis

**COMENTARIOS:** «Building on a stellar performance in 2020, the Top 40 posted another record result in 2021, with year-on-year revenues **up 32%** and net profits **up 127%**. Skyrocketing commodity prices fuelled EBITDA margin growth, and the Top 40's market capitalisation **grew by 7%** in 2021. Balance sheets remain solid and largely unchanged from 2020.» Source: PwC, June 2022. **El cobre** es el que tuvo más ingresos en el 2021.

# Los precios de los metales industriales y preciosos han mejorado en los últimos meses

## Cotizaciones de cobre y oro<sup>1</sup>

(cUS\$/lb; US\$/oz.tr)



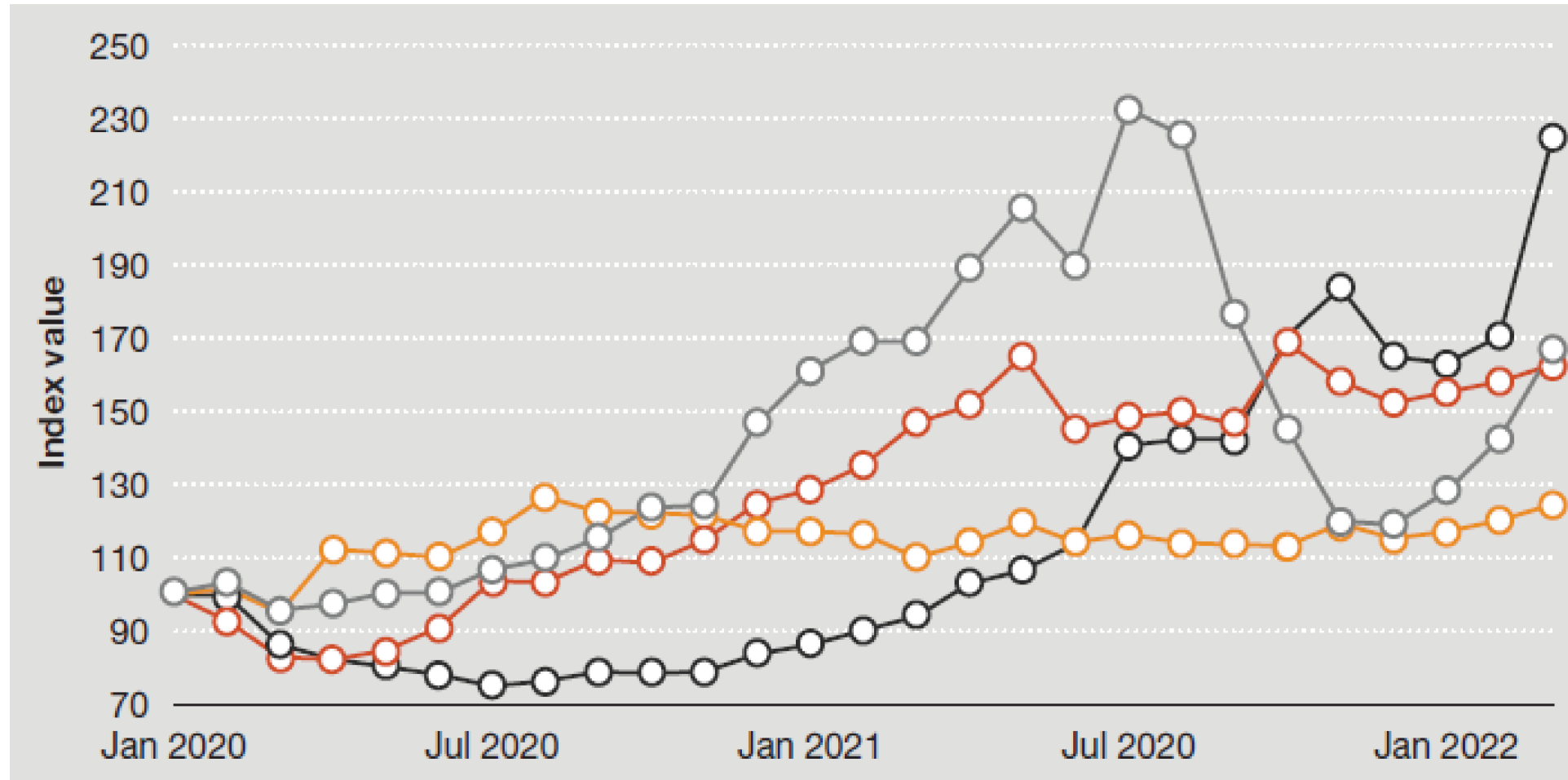
## Cotizaciones de metales industriales y preciosos

	2022		2023
	Ejecutado <sup>2</sup>	MMM	MMM
<b>Cobre</b> (cUS\$/lb.)	400	390	340
<b>Zinc</b> (cUS\$/lb.)	159	150	140
<b>Plomo</b> (cUS\$/lb.)	97	96	90
<b>Oro</b> (US\$/oz.tr.)	1 801	1 820	1 750
<b>Plata</b> (US\$/oz.tr.)	22	21	21

1/ Actualizado al 27 de dic-22. 2/ El dato para el cierre promedio del 2022 se estima considerando el avance de los precios en el mes de dic-22.  
Fuente: Bloomberg, BCRP, estimaciones MEF.

## Price index for key commodities

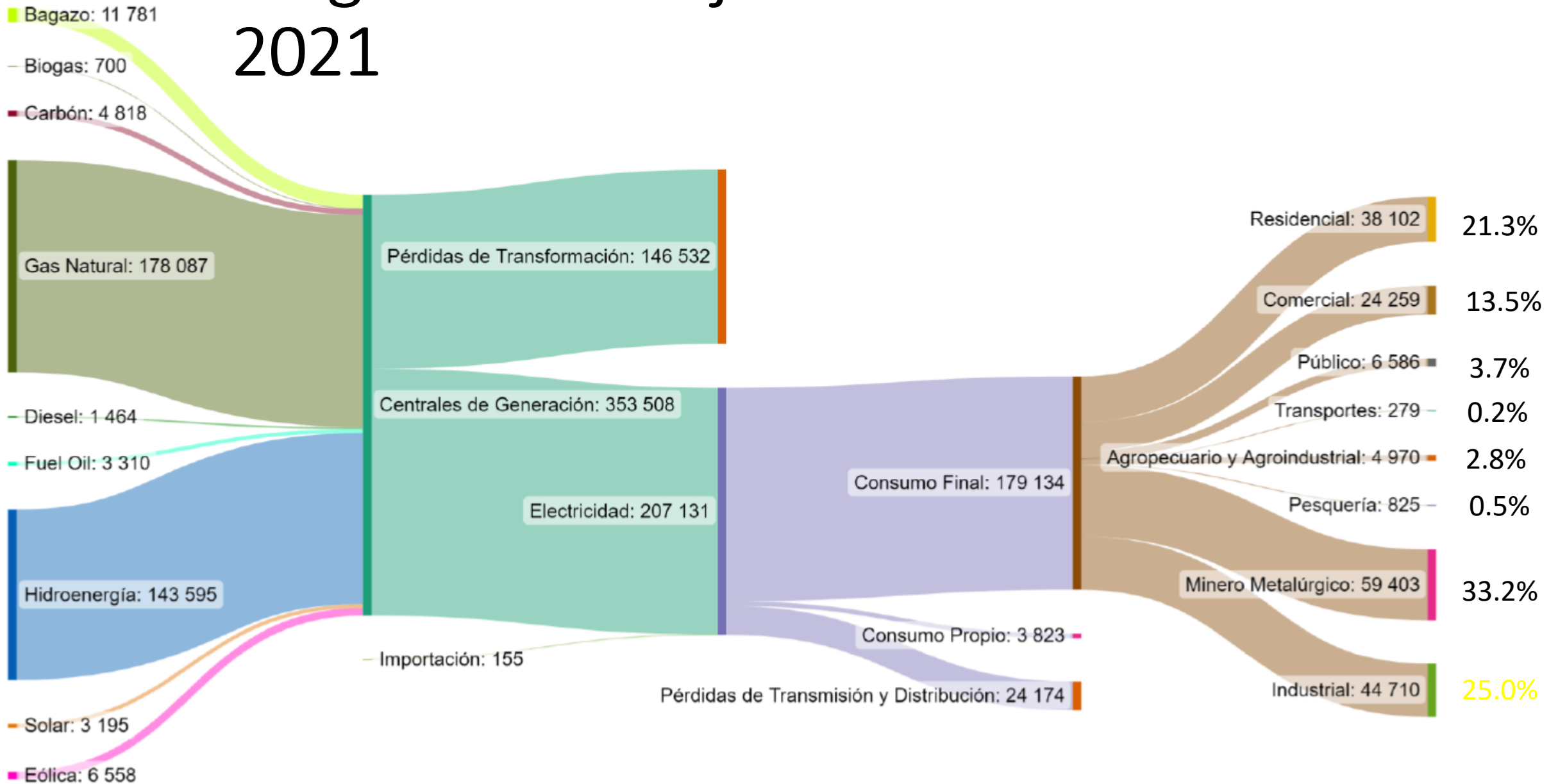
**COMENTARIOS:** el precio del **carbón** se ha elevado acentuadamente debido al conflicto Rusia-Ucrania; incluso superando al indicador del cobre. Pero se estima bajará en los próximos años, debido a las políticas de Transición energética. Más bien, los precios de los **minerales** vinculados a las tecnologías verdes (como el cobre) mantendrán su tendencia a subir por causas señaladas previamente.



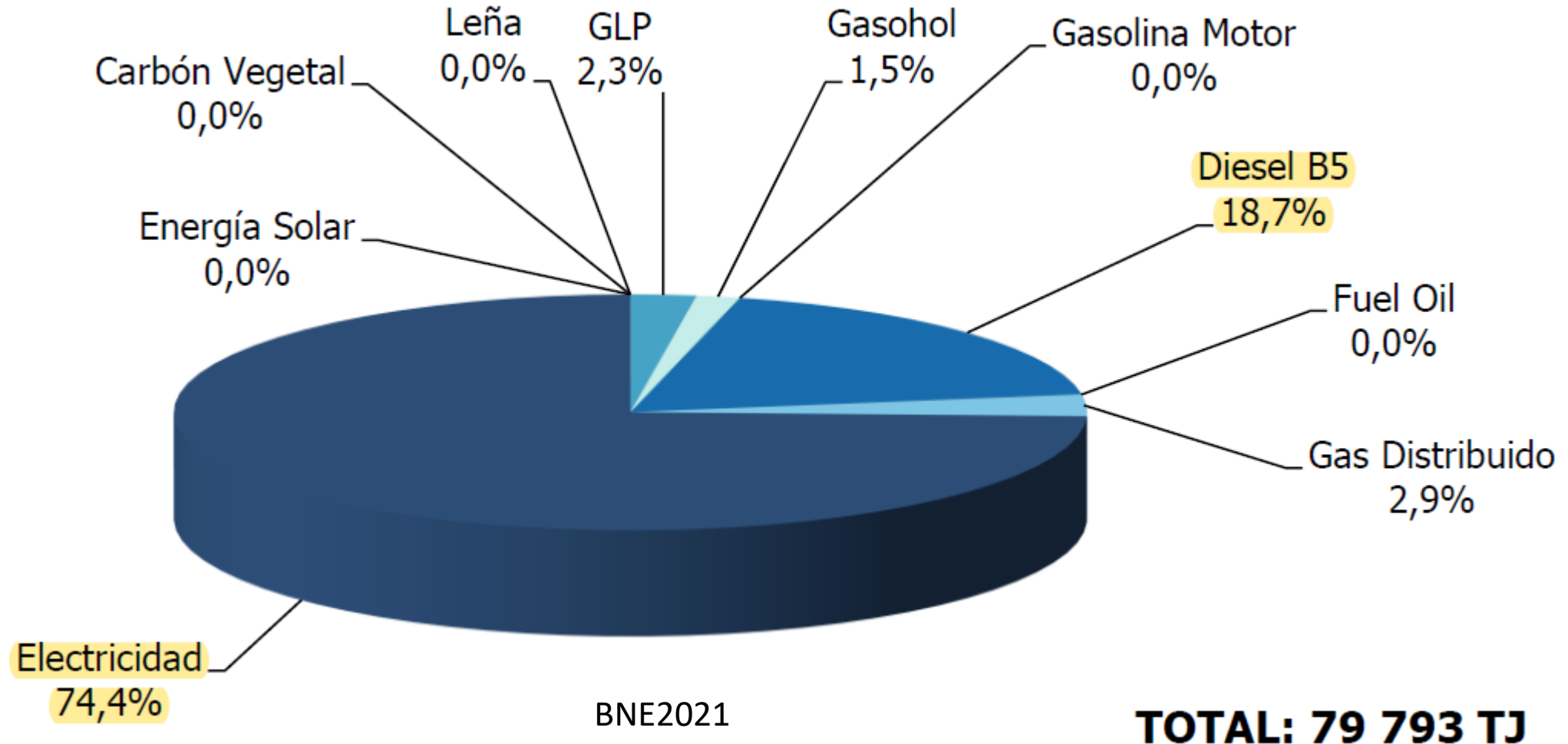
— Coal (thermal and metallurgical) — Copper — Gold — Iron ore

Source: Consensus economics, PwC analysis

# Diagrama de Flujo – Balance de Electricidad 2021

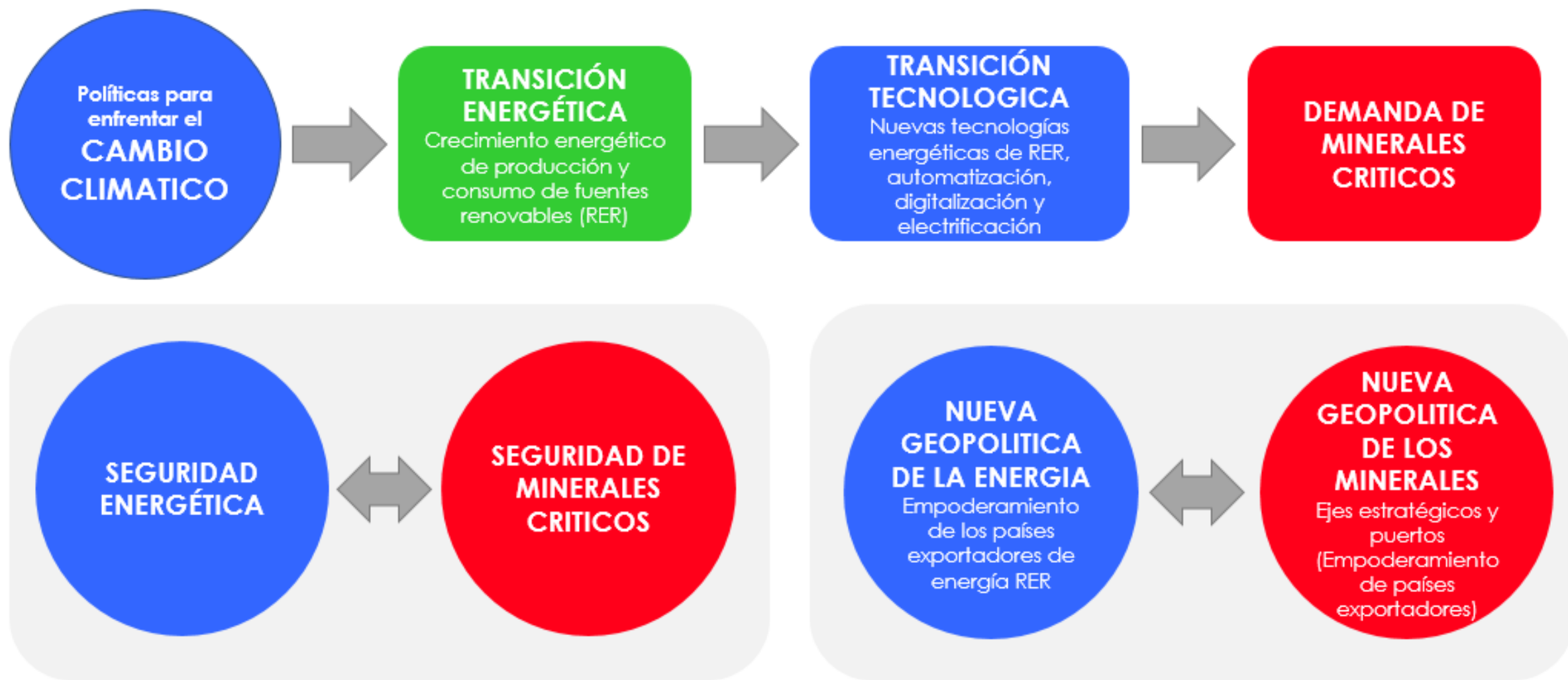


# Fuentes de energía en el consumo final del Sector Minero peruano



# **MEGATENDENCIA HACIA EL 2050 : la Transición Energética vinculada a los Recursos minerales**

# MEGATENDENCIAS HACIA EL 2050



# La Transición Energética se Enfrenta a la Realidad

«...las transiciones energéticas anteriores se desarrollaron a lo largo de un siglo o más, y no desplazaron por completo a las tecnologías existentes. El petróleo [superó](#) al carbón como la principal fuente de energía del mundo en la década de 1960, pero ahora usamos **tres veces más carbón** que entonces, y el consumo mundial alcanzó un récord [en 2022](#) ..Por el contrario, se pretende que la transición actual se desarrolle en poco más de un cuarto de siglo y no sea acumulativa. Dada la escala de lo que se prevé, a algunos les preocupa que no se haya prestado suficiente atención al análisis macroeconómico en el proceso de planificación de políticas»...

«Los desarrollos desde que los mercados energéticos comenzaron a ajustarse a fines del verano de 2021 apuntan a cuatro grandes desafíos a los que hay que estar atentos. En primer lugar, debido en gran parte a las interrupciones causadas por la guerra de Rusia en Ucrania, la **seguridad energética** se ha convertido nuevamente en una prioridad principal, El segundo desafío se refiere **a la escala**. La economía mundial actual de [100 billones de dólares](#) depende de los hidrocarburos para obtener más del 80 % de su energía, y nada tan masivo y complejo como el sistema energético global puede transformarse fácilmente...El tercer desafío: **la nueva división Norte-Sur** . En el Norte Global, principalmente en Europa Occidental y América del Norte, el cambio climático ocupa un lugar destacado en la agenda política. Pero en el Sur Global, esa prioridad coexiste con otras prioridades críticas, como impulsar el crecimiento económico, reducir la pobreza y mejorar la salud al abordar la contaminación del aire interior por la quema de [madera y desechos](#)...El cuarto desafío se refiere a los requisitos materiales de la transición energética. Veo esto como el cambio de **"Big Oil" a "Big Shovels "**, es decir, de perforar petróleo y gas a extraer los minerales cuya demanda aumentará enormemente en un mundo que se vuelve más electrificado».



# Comentarios finales

- *La preocupación mundial por el problema del Cambio Climático, es uno de los principales impulsores de la Transición Energética que, también está acelerando una Transición Tecnológica y, ésta intensificará una mayor demanda de minerales críticos.*
- *Los países tendrán que considerar, además de su seguridad energética, también la seguridad de minerales.*
- *Se avisa una nueva geopolítica de la energía y de los minerales. Ante la polarización EE.UU.-China, los países en desarrollo deben mantener las relaciones comerciales y diplomáticas con ambas potencias, con independencia y soberanía.*

# Comentarios finales

- ***En el país, se está actualizando la política energética acorde a las megatendencias y el cambio tecnológico, hacia la modernización, el desarrollo económico y social y el cumplimiento de los ODS .***
- ***Con visión de mediano y LP, se institucionalizará un ente encargado de la planificación y estudios para el sector Energía. Se optimizará el consumo de fuentes energéticas renovables y no-renovables abundantes, hacia la industrialización.***
- ***La reforma y modernización del sector Electricidad es de prioridad para el país por su impacto en la productividad y el desarrollo económico y social nacional.***

# Comentarios finales

- La Transición Energética durante el siglo XXI, es un proceso largo e implica también una *transición tecnológica*, con el consumo de nuevas fuentes energéticas renovables y limpias hacia el objetivo de cero emisiones netas en el combate contra el *Cambio Climático*, que es la principal preocupación de los países del Norte.
- En el escenario energético de las próximas décadas, la posibilidad de *Latinoamérica* de poder participar competitivamente en el comercio internacional energético y minero sería actuando cooperativamente en alianza, tal puede ser en el caso de la explotación del Litio, el Cobre y el Hidrógeno verde. Principal objetivo: la industrialización.

***“ Los países con importantes recursos energéticos renovables y minerales, tienen la oportunidad de definir una estrategia de desarrollo económico y social para las próximas décadas, la «golden age», hacia una diversificación productiva de bienes y servicios con alto componente tecnológico, participando competitivamente en el ámbito regional y mundial”***

***Lima, junio del 2023***