

Transición energética y eléctrica en América Latina y el Caribe: marcos regulatorios y transformación del modelo de desarrollo

Maestría en Regulación y Políticas
Públicas en el Sector Energía

Curso: Transición Energética y Objetivos
de Desarrollo Sostenible

Rayén Quiroga Martínez,
Jefa, Unidad de Agua y Energía,
División de Recursos Naturales

06 de abril de 2024

Contenido

1. Contexto regional: crisis en cascada, década perdida y oportunidades de recuperación transformadora.
2. Cinco pilares de acción que impulsa la CEPAL para acelerar la transición energética.
3. Avances y desafíos en las sendas de transición energética regionales.
 - 3.1 Univerzalización, acceso y asequibilidad energética.
 - 3.2 Renovabilidad de la matriz energética.
 - 3.3 Intensidad y eficiencia energética.
 - 3.4 Interconexión e integración energética.
4. Gobernanza, marcos regulatorios y mercados para la transición energética en ALC.
5. Gran impulso inversor para acelerar la transición energética en la región.
6. Electrificación del transporte e hidrógeno verde.



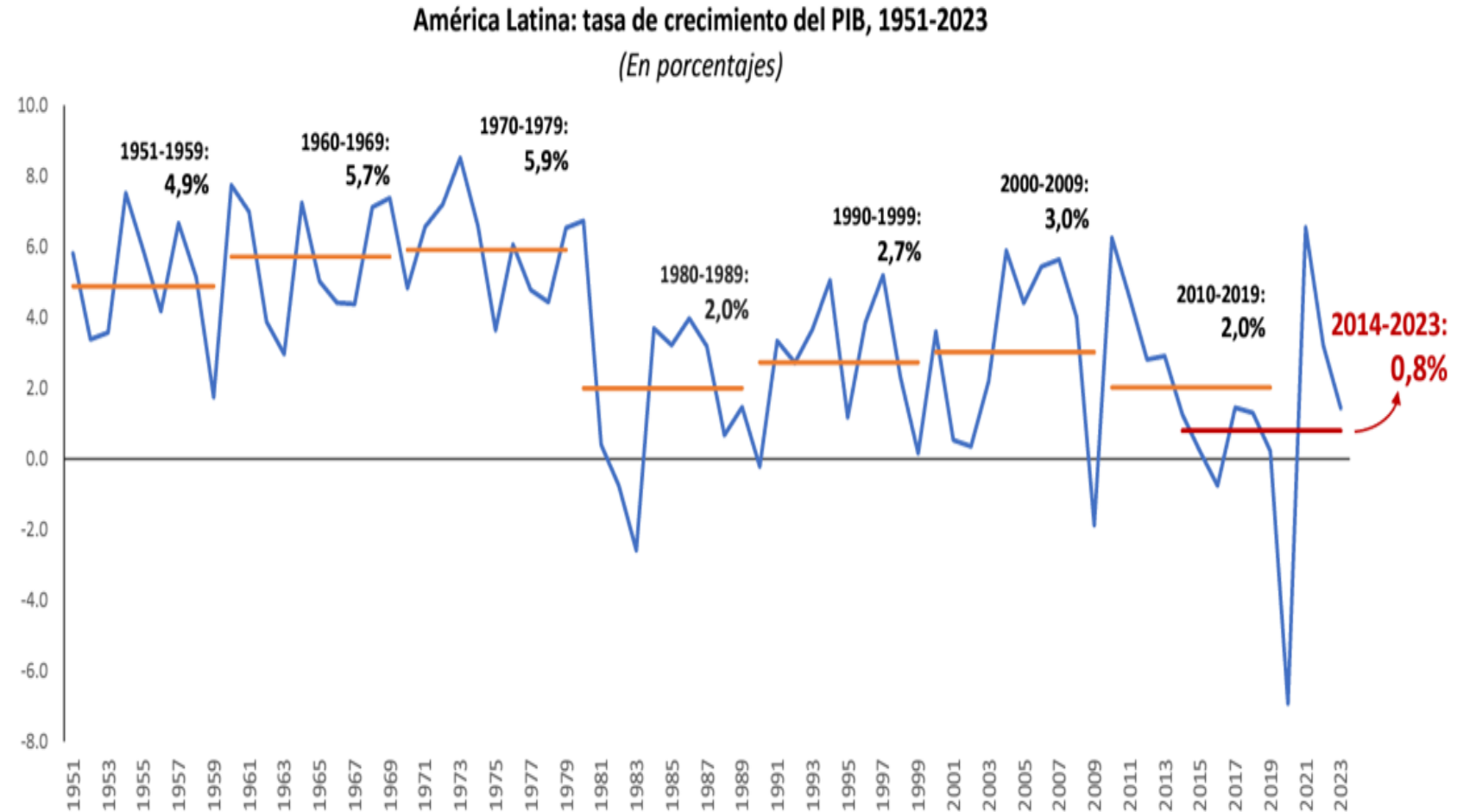


1. Contexto regional: crisis en cascada, década perdida y oportunidades de recuperación transformadora

Las crisis en cascada (pandemia, guerras) ocasionan disrupciones en suministros y sistemas energéticos del mundo

Principales efectos de las crisis

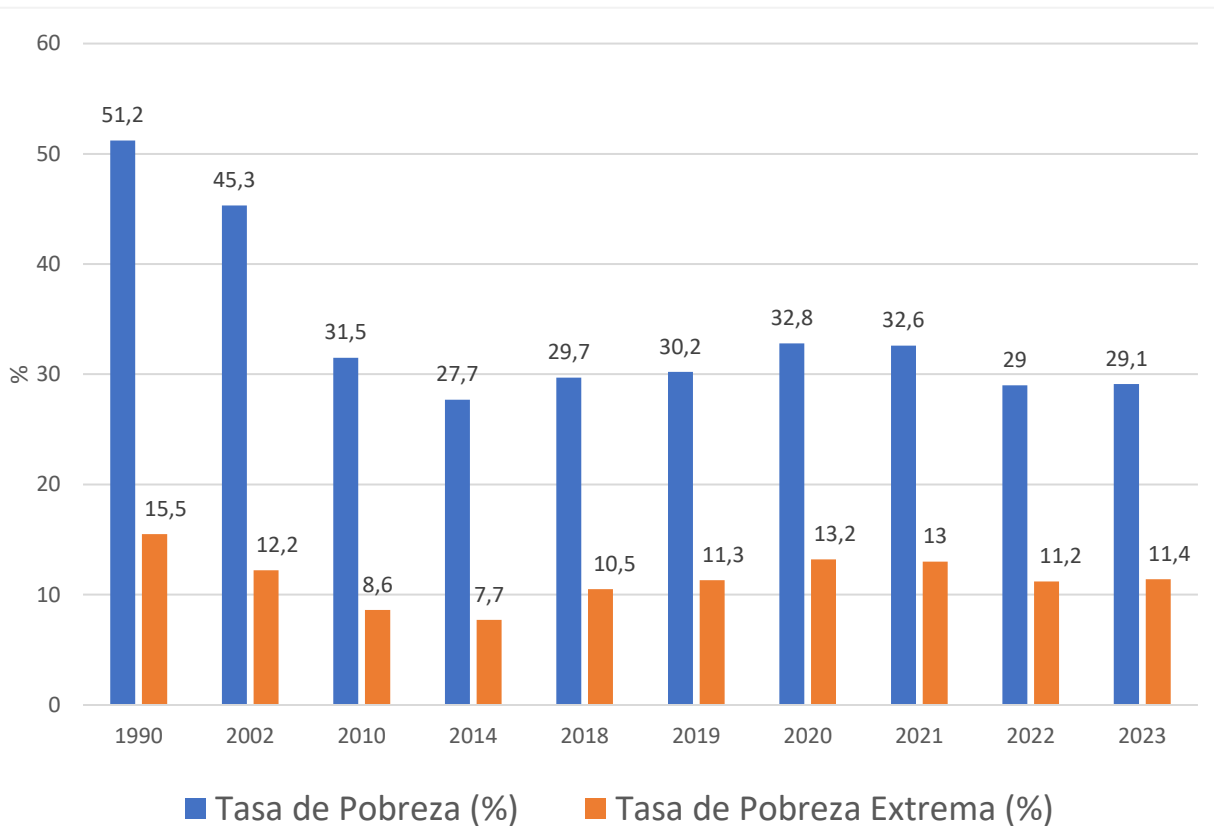
1. Bajo crecimiento económico e inestabilidad macroeconómica
2. Incertidumbre y volatilidad mercados
3. Inflación, via mayores precios de los energéticos, electricidad y transporte
4. Aumento de inversiones en petróleo, gas y carbón
5. Disrupción de cadenas de suministro
6. Riesgos geo-político-económicos
7. Restricción fiscal para enfrentar a la crisis e invertir
8. Aumento de pobreza



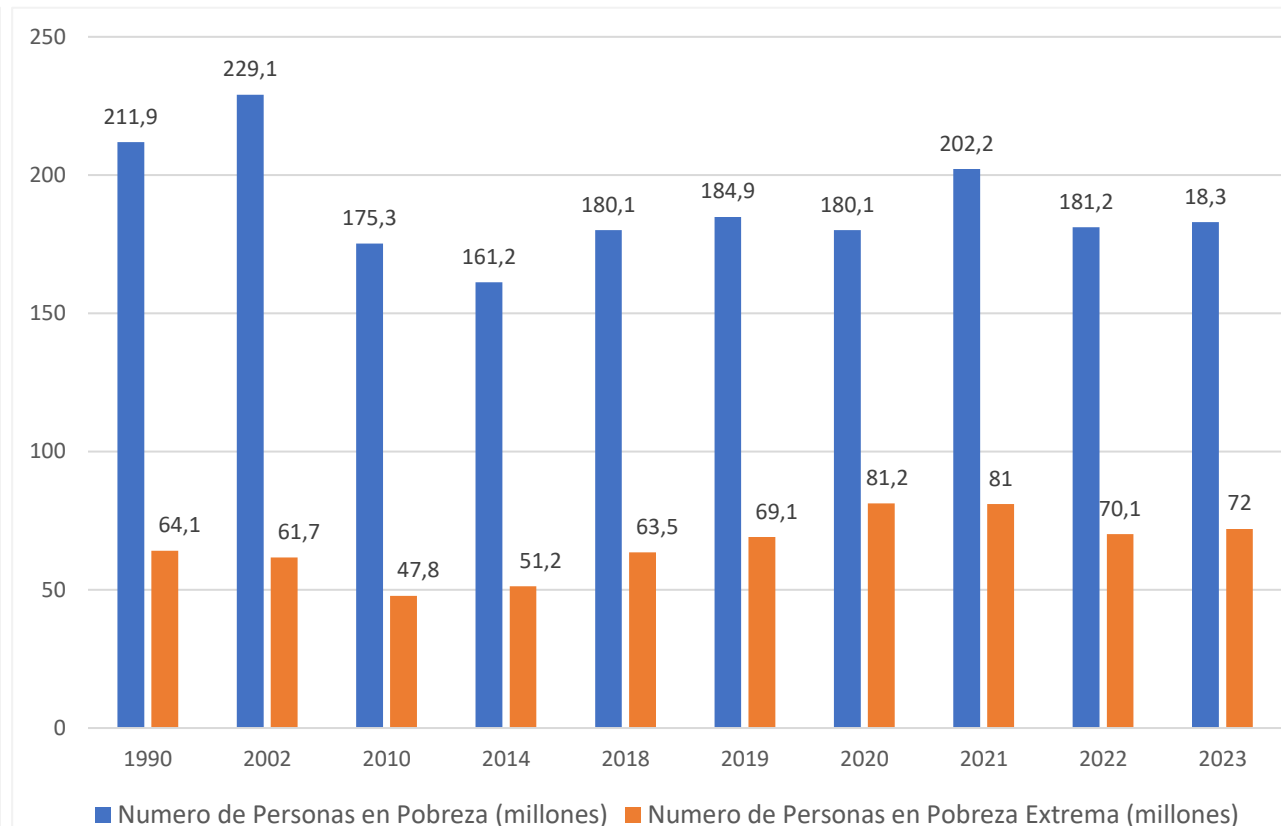
Entre 2014 – 2023, la región experimenta un bajo crecimiento promedio anual (0.8%), menos de la mitad que durante la década perdida de los ochenta (2%)

Significativa reducción de la pobreza desde 1990 hasta 2014 en ALC, seguida de una tendencia a aumento por choques externos (crisis en cascada)

Tasa de pobreza y pobreza extrema
Promedio ponderado, 1990 - 2022 y proyección para 2023
(Porcentajes)



Número de personas en situación de pobreza y pobreza extrema
Promedio ponderado, 1990 - 2022 y proyección para 2023



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CEPALSTAT.

La CEPAL identifica transiciones clave que requieren políticas e inversiones, y que son oportunidades de recuperación transformadoras del modelo de desarrollo de la región



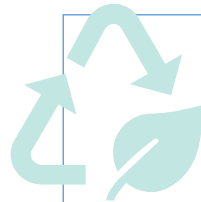
Transición energética



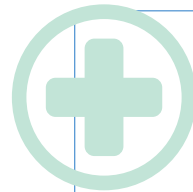
Electromovilidad



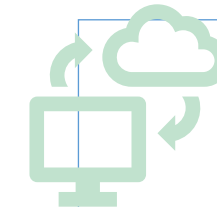
Economía circular



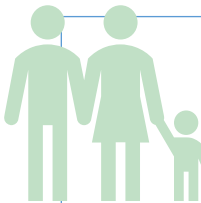
Bioeconomía



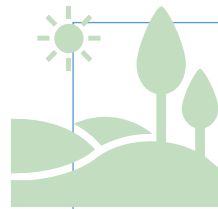
**Industria
manufacturera de la
salud**



**Transformación
digital**



**Economía del
cuidado**



Turismo sostenible



**Mipymes y
economía social y
solidaria**

La CEPAL ha identificado transiciones clave que requieren políticas e inversiones, y que son oportunidades de recuperación transformadoras del modelo de desarrollo en la región, e impulsan varios ODS simultáneamente:

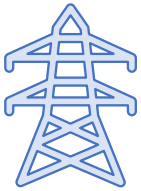
Espacios de acción en la región



En ALC todavía existen **16,1 millones** de personas **sin acceso a electricidad** y **83 millones** sin acceso a **sistemas de cocción limpia** (usan leña y carbón).



América Latina y el Caribe representa el 11,4% de la oferta mundial de energía renovable. Al 2021 la matriz energética regional estaba basada en **31% por fuentes renovables**.



ALC tiene la proporción de generación eléctrica más renovable del mundo (65%). La **demanda de electricidad en América del Sur va a crecer en: 36% al 2030 y en 88% al 2040**. Sin embargo, existe **13%** de pérdidas de energía eléctrica al 2021.



Transporte e industria son altamente intensivos en combustibles fósiles. Consumo energético final: Transporte (39%), industrial (28%) y residencial (16%) al 202.



En 2022, los anuncios de inversión extranjera directa en renovables para ALC, solo representan el **3% del total de anuncios a nivel mundial**. En ALC los anuncios en no renovables para 2022, superaron a los anuncios en renovables.



2. Transición energética ALC y cinco pilares de acción para acelerarla

La transición energética en ALC es un proceso de transformación

La transición energética requiere un nuevo **ecosistema regulatorio y de instrumentos, e inversiones** dirigidas, para modificar la matriz energética con la incorporación creciente de energías renovables, transformando los patrones productivos y de consumo, a la vez incrementando la eficiencia energética en todos los sectores de actividad económica, y aumentando la resiliencia y seguridad energética frente a choques externos.

Triple ganancia:

1. Social: universalización de electrificación y reducción pobreza energética
2. Económica: transformación de modelo productivo vía nuevas industrias, cadenas de valor con mayor eficiencia y resiliencia ante choques externos, empleos verdes
3. Ambiental: descarbonización y menor contaminación para mejorar la calidad ambiental y de la vida.

La CEPAL promueve 5 pilares simultáneos de acción para acelerar el camino a la transición energética en los países de ALC



1. Universalizar el **acceso** a la electricidad basado en energías renovables y reducir la pobreza energética.



2. Aumentar la **energía renovable** en la matriz energética, en la red y de forma distribuida (solar, eólica, geotérmica, H2V, almacenamiento, portadores), con énfasis en electrificación progresiva basada en renovables de sectores energéticamente densos como transporte e industrias.



3. Mejorar la **eficiencia energética** en todos los sectores económicos, así como en el ámbito residencial y edificios.



4. Fortalecer la **complementariedad, la integración y la interconexión** entre los sistemas energéticos de la región.



5. Incrementar la **seguridad energética y la resiliencia** regional ante choques geopolíticos, cambio climático y eventos extremos.

Transición energética: vector de transformación del modelo de desarrollo ALC

Energizando el desarrollo ALC: Energía alimenta todos los **sectores productivos, hogares, edificaciones** públicas, privadas y comunitarias

Desarrollo y transformación de **nuevos sectores industriales y de servicios** modernos por la transición energética

- ✓ Generación y retención de **valor agregado** a lo largo de las cadenas productivas nuevas industrias y servicios (renovables y eficiencia E)
- ✓ Creación de **empleos verdes** e ingresos con efecto multiplicador multisectorial
- ✓ Integración de cadenas de valor para complementariedad y sinergias entre países LAC.
- ✓ Desarrollos tecnológicos y nuevas industrias renovables de alto VA y potencial transformador: **eólica, solar, g. distribuida, almacenamiento, hidrógeno verde, minerales críticos, electromovilidad**

¿Cómo? Capitalizando capacidades ingeniería/gestión, experiencias en despliegue y aplicaciones de tecnologías renovables e industrias conexas (e.g. licitaciones de electrolizadores con transferencia know how)

Se requiere el fortalecimiento de cuatro áreas de políticas públicas prioritarias

Reforzar los ecosistemas de **gobernanza, institucionalidad, marcos regulatorios** y de participación y cooperación público-privada. Menores precios solar/eólica/baterías no es suficiente

Incrementar la **inversión** en infraestructura de acceso, transmisión, distribución e interconexión, innovación en nuevas tecnologías y electrificación con énfasis en los sectores de transporte e industrias

Coordinar las políticas energéticas, **de desarrollo productivo** y de **ciencia y tecnología** para impulsar las cadenas de valor de las nuevas tecnologías para la transición energética

Robustecer la **planificación energética** de largo plazo nacional y regional, con base en prospectiva que permita gestionar con mayor eficiencia la oferta y la demanda de energía y las necesidades de inversión



NACIONES UNIDAS



CEPAL

75 años
Trabajando por
un futuro productivo,
inclusivo y sostenible

3. Avances y desafíos en las sendas de transición energética regionales

- 3.1 Univerzalización, acceso y asequibilidad energética
- 3.2 Renovabilidad de la matriz energética
- 3.3 Intensidad y eficiencia energética
- 3.4 Interconexión e integración energética

ALC: Análisis de avance y desafíos de medio término en las metas del ODS7 al 2023



ODS 7 ALC a medio camino hacia 2030

Cooperación internacional
acceso a la investigación y tecnologías limpias

Renovabilidad E
(Oferta Primaria Energía: origen fósil: 69%, e **incremento absoluto y relativo de renovables hasta 31%**). Generación eléctrica 69% renovable)

Eficiencia E sectorial
Desafío y oportunidad, solo transporte mejora)

Acceso
16 millones de personas sin acceso a la electricidad
Y 83 millones sin acceso a cocción limpia

Infraestructura y tecnología
para servicios energéticos sostenibles

7.a

7.2

7.3

7.1

7.b



La meta se alcanzó o es probable que se alcance con la tendencia actual

La tendencia es correcta, pero el avance es demasiado lento para alcanzar la meta

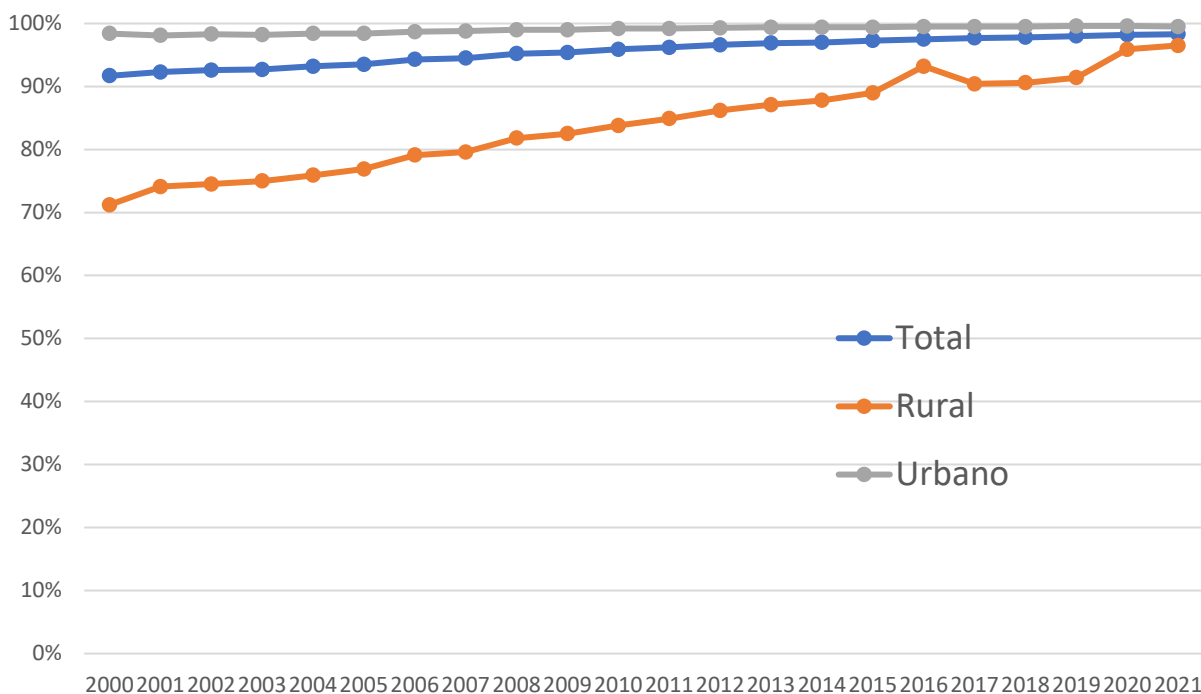
La tendencia se aleja de la meta



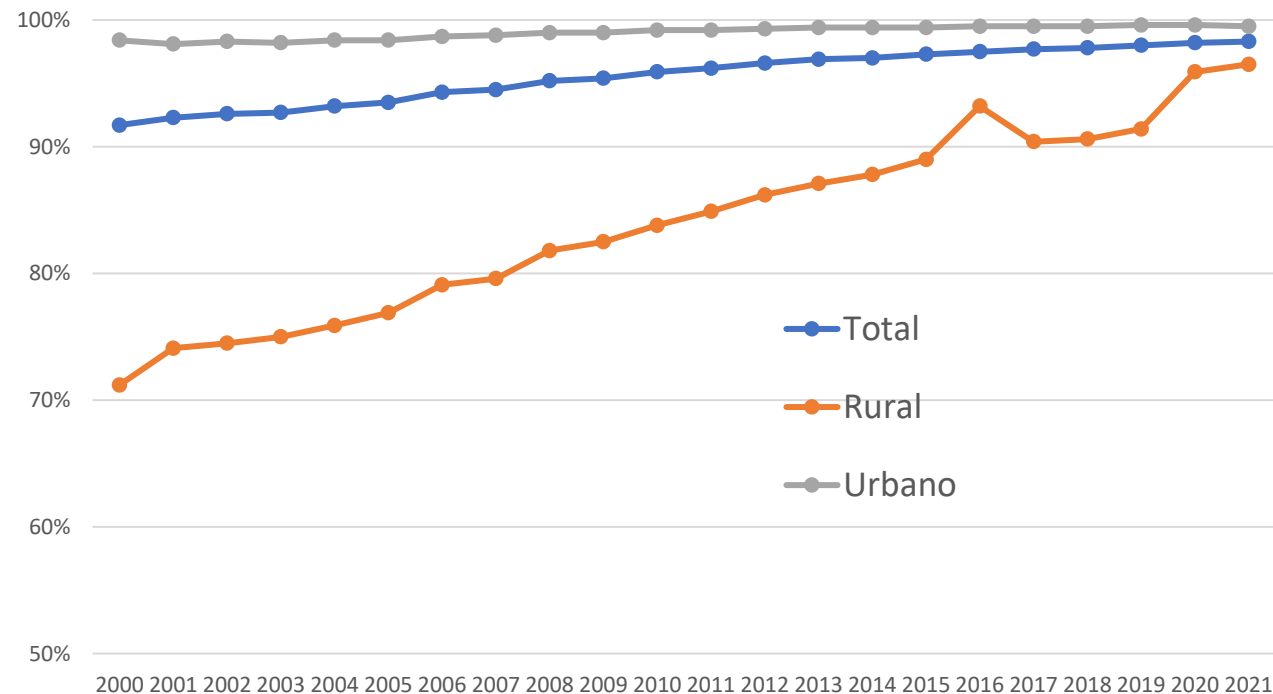
3.1. Universalización, acceso y asequibilidad energética

Cambio en los indicadores para las metas 7.1 y 7.1.2 en la región ALC

Acceso a la electricidad en zonas urbanas y rurales (en porcentajes)



Población con acceso a la electricidad en zonas urbanas y rurales (en porcentajes)



Fuente: Base de datos ODS de Naciones Unidas [<https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>], IEA (2022), World Energy Balances; Energy Balances, UN Statistics Division (2022)

Pobreza e inequidad energética en ALC

Región: 16 millones de personas no tienen acceso a la electricidad. Y 83 millones no tienen acceso a sistemas de cocción limpia (usan leña y carbón)

Los impactos de crisis en cascada **umentan la vulnerabilidad energética**: incremento de precios de combustibles fósiles (gas, petróleo y carbón) y dificultades de pago de las cuentas de electricidad. Estos shocks se amplifican a través de costos de energía y transporte de ByS generalizando inflación, lo que afecta más aún a los hogares de los quintiles más vulnerables.

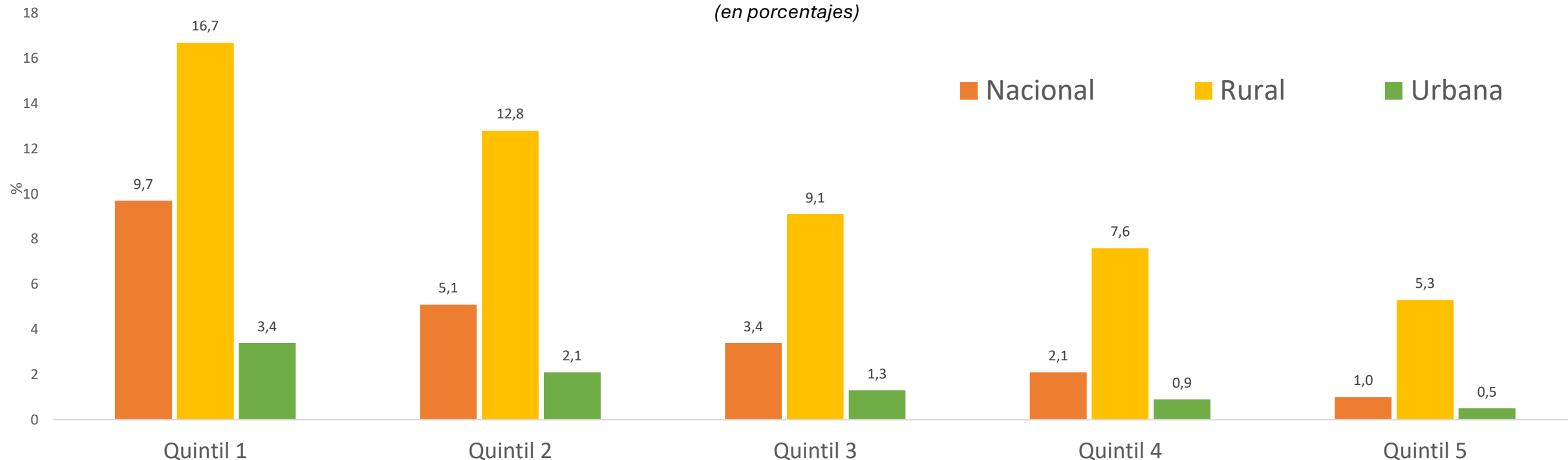


Pobreza e inequidad energética en ALC

Inequidad energética: El quintil 1 (más vulnerable) tiene en promedio **9 veces menos** acceso a la electricidad que el de mayores ingresos, llegando a casi duplicarse esta brecha en la población rural. La **población indígena y afrodescendiente** sin acceso a electricidad representa más de un tercio del total. En promedio, el 15,5% de la población que no tiene acceso a la energía reside en viviendas precarias.

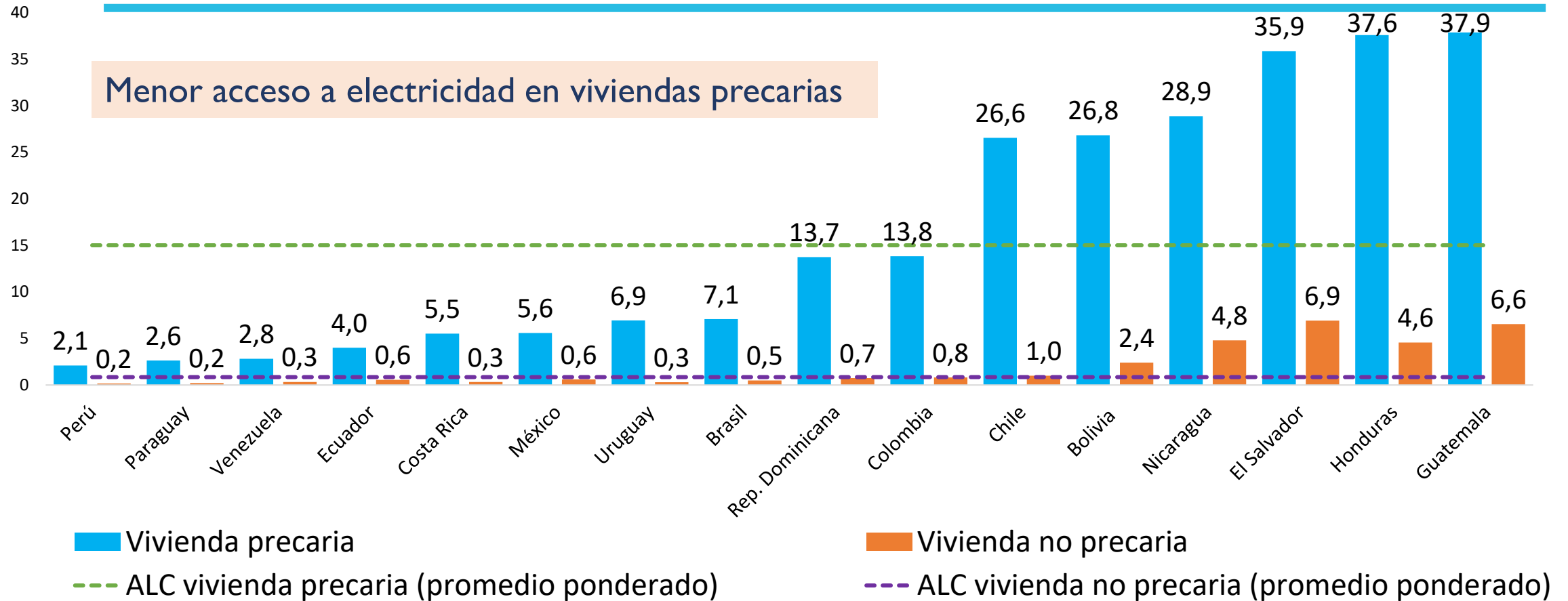
Proporción de la población en ALC sin acceso a electricidad por quintiles de ingreso (rural, urbano y total), 2022

(en porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CEPALSTAT.

América Latina: Proporción de la población sin acceso a electricidad según precariedad de la vivienda, último año disponible

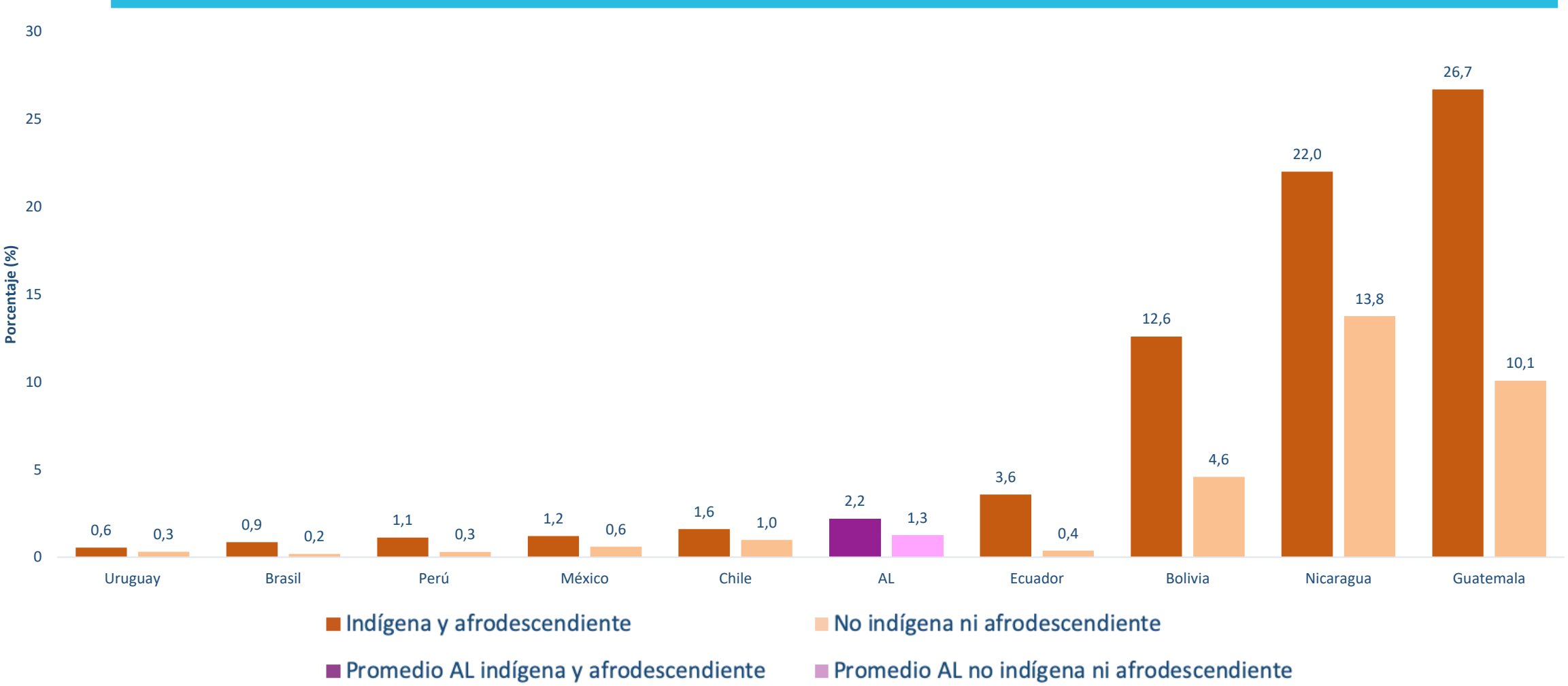


Fuente: CEPAL, Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEOHG). Promedio ponderado por población. Se incluyeron 16 países.

Último año disponible: Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Paraguay, Perú y Uruguay, 2017; Honduras, México y República Dominicana, 2016; Guatemala, Nicaragua y Venezuela, 2014.

Nota: Vivienda precaria se refiere a privación en materiales de vivienda, que se han considerado a los hogares en viviendas con materiales irrecuperables en al menos un aspecto: techo, paredes o piso. Ejemplo: Piso de tierra o paredes y/o techo de fibras naturales y/o desechos.

América Latina: Proporción de la población indígena y afrodescendiente y resto de la población sin acceso a electricidad, último año disponible



Fuente: CEPAL en base a Encuestas de Ingresos y Gastos de Hogares ALC
 Último año disponible: Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Paraguay, Perú y Uruguay, 2017; Honduras, México y República Dominicana, 2016; Guatemala, Nicaragua y Venezuela, 2014.



3.2 Renovabilidad de la matriz energética

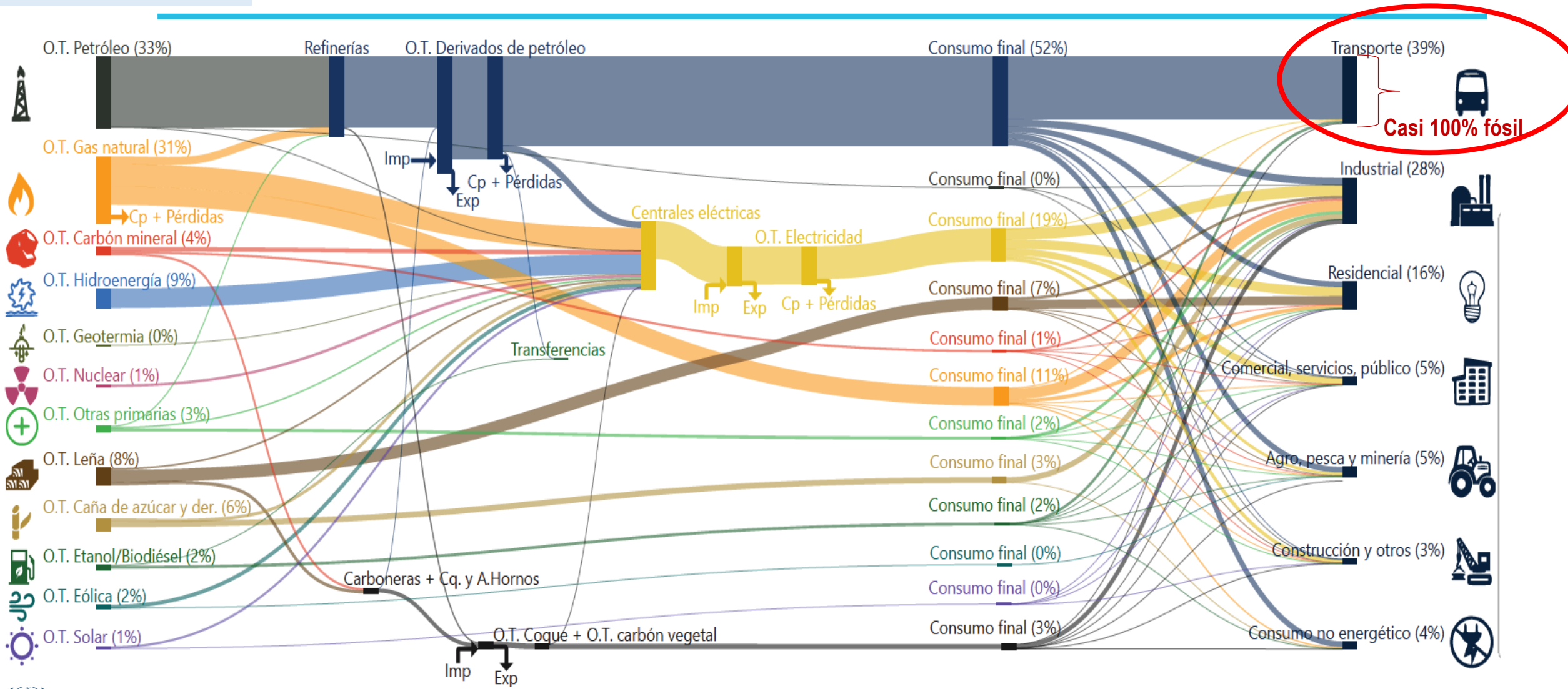


Origen y desarrollo de la matriz energética ALC

- Gran depresión económica de los años treinta y guerras mundiales
- Conceptualización del desarrollo y subdesarrollo latinoamericano pensamiento cepalino
- Industrialización Sustitutiva de Importaciones ISI en ALC
 - Protección de industria naciente
 - Grandes obras de infraestructura
 - Importaciones de capital: inversión en maquinarias y equipos
 - Con matriz energética fósil, combinada con grandes proyectos hidroeléctricos (i.e. Costa Rica, Paraguay, Brasil)
 - Países con dotación de hidrocarburos , y países importadores netos
- Choques petroleros 1974 y 1978 (octuplicación de precios de combustibles fósiles):
 - Inflación generalizada
 - Subsidios combustibles fósiles (distinto países con dotación hidrocarburífera e importadores netos)
 - crisis de la deuda ALC
 - Desregulación de mercados, privatizaciones, y reducciones de gasto público (consenso de Washington)
 - Desindustrialización, reprimarización de aparatos productivos en países y de sus exportaciones
- Década perdida de los años 80

Balance energético regional 2022

Oferta Primaria no renovable: 69%



Fuente: SieLAC-OLADE

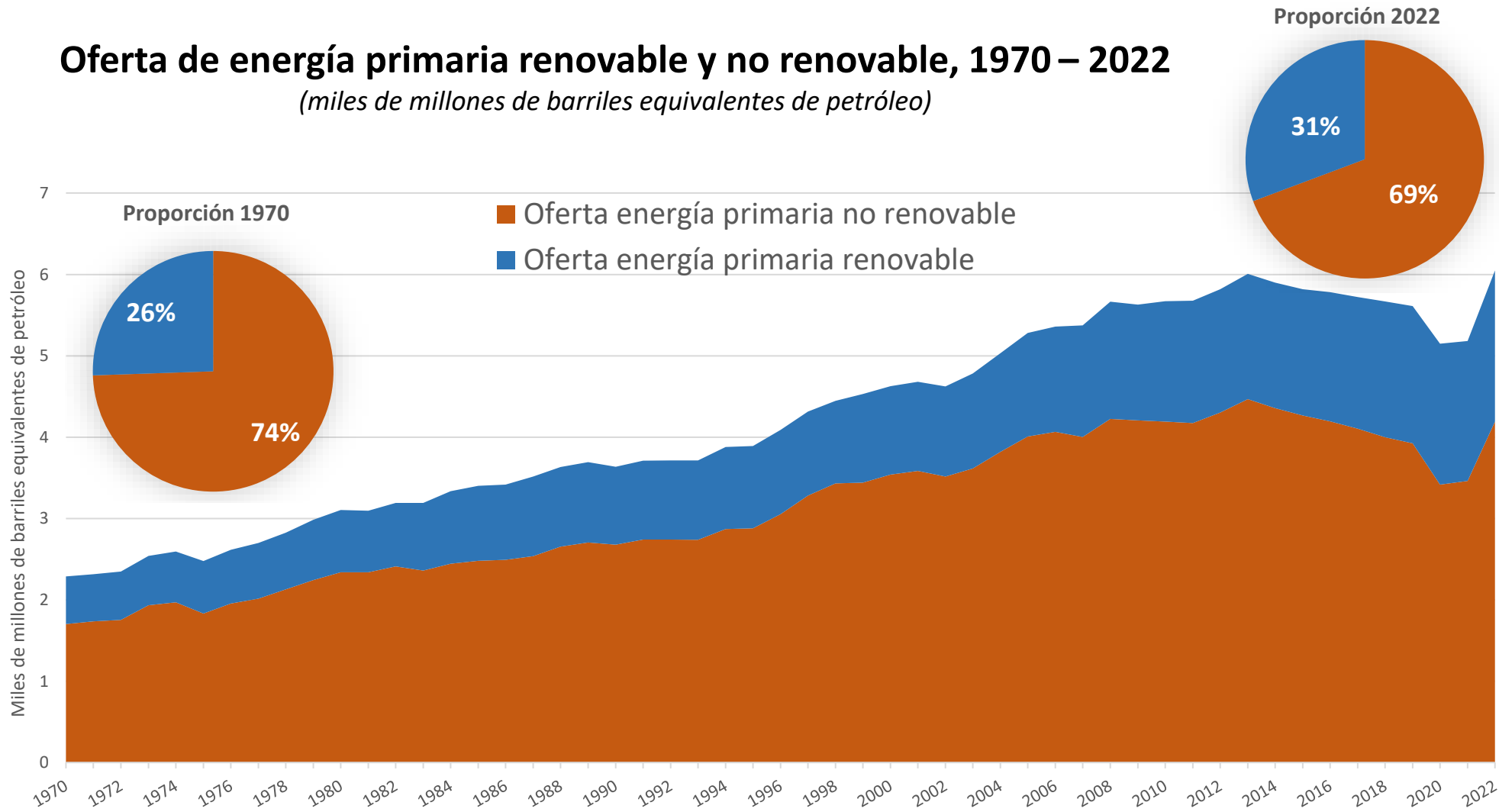
Oferta Total = Prod + Imp-Exp +/- Var Inv - No Aprov

Nota: Todos los flujos que proceden de la izquierda corresponden a la oferta total de cada una de las fuentes de energía. La categoría "otras primarias" incluye biogás, residuos vegetales, productos de caña, leña, solar y eólica.

52 años ALC: Oferta de energía primaria más que se ha duplicado (en términos físicos), mientras que la participación de las energías renovables creció relativamente más rápido (de 26% a 31%)

Oferta de energía primaria renovable y no renovable, 1970 – 2022

(miles de millones de barriles equivalentes de petróleo)



A pesar de la reducción de costos de **energías renovables**, éstas representan solo el 31% de la oferta total de energía primaria (2022).

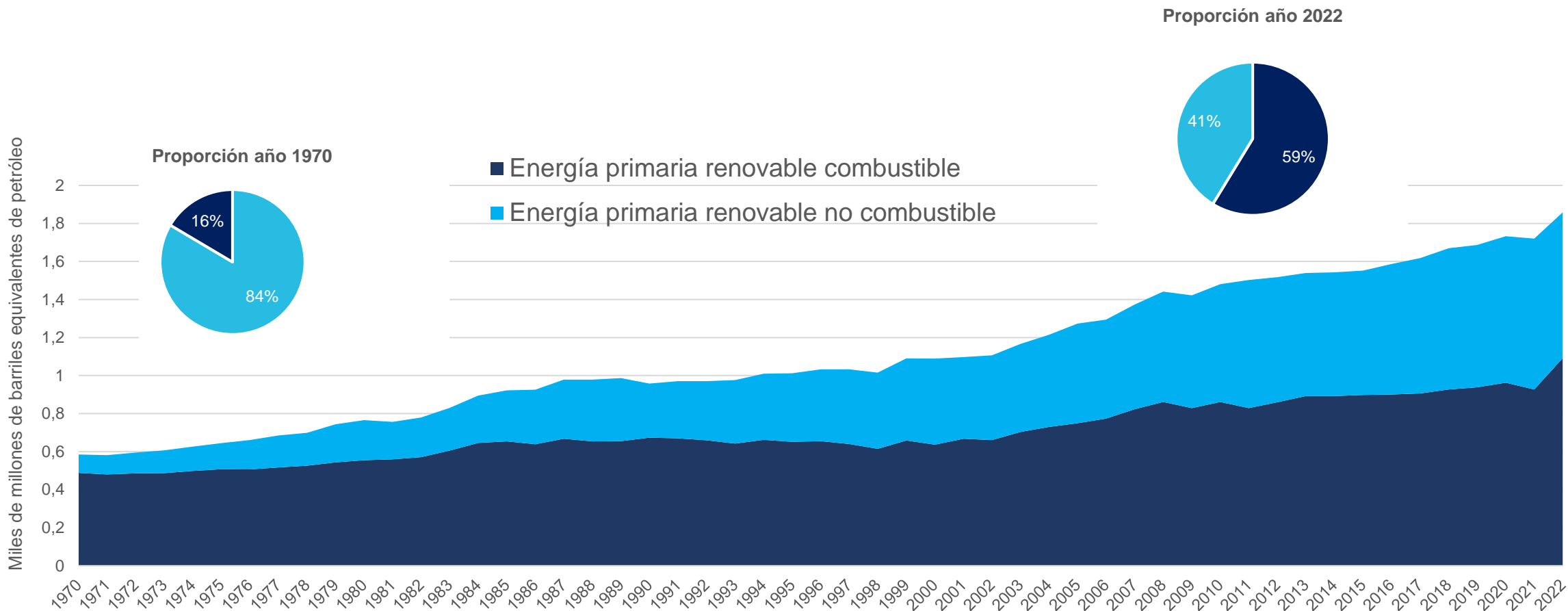
Solar y eólica crecen más rápido que las fósiles. Dentro de hidrocarburos, el gas sustituye progresivamente al petróleo.

Fuente: CEPAL, sobre la base del Sistema de Información Económica Energética, siELAC-OLADE

52 años ALC: Oferta de energía primaria renovable no combustible creció 25%

Oferta de energía primaria renovable (que requiere y no requiere combustión), 1970 – 2022

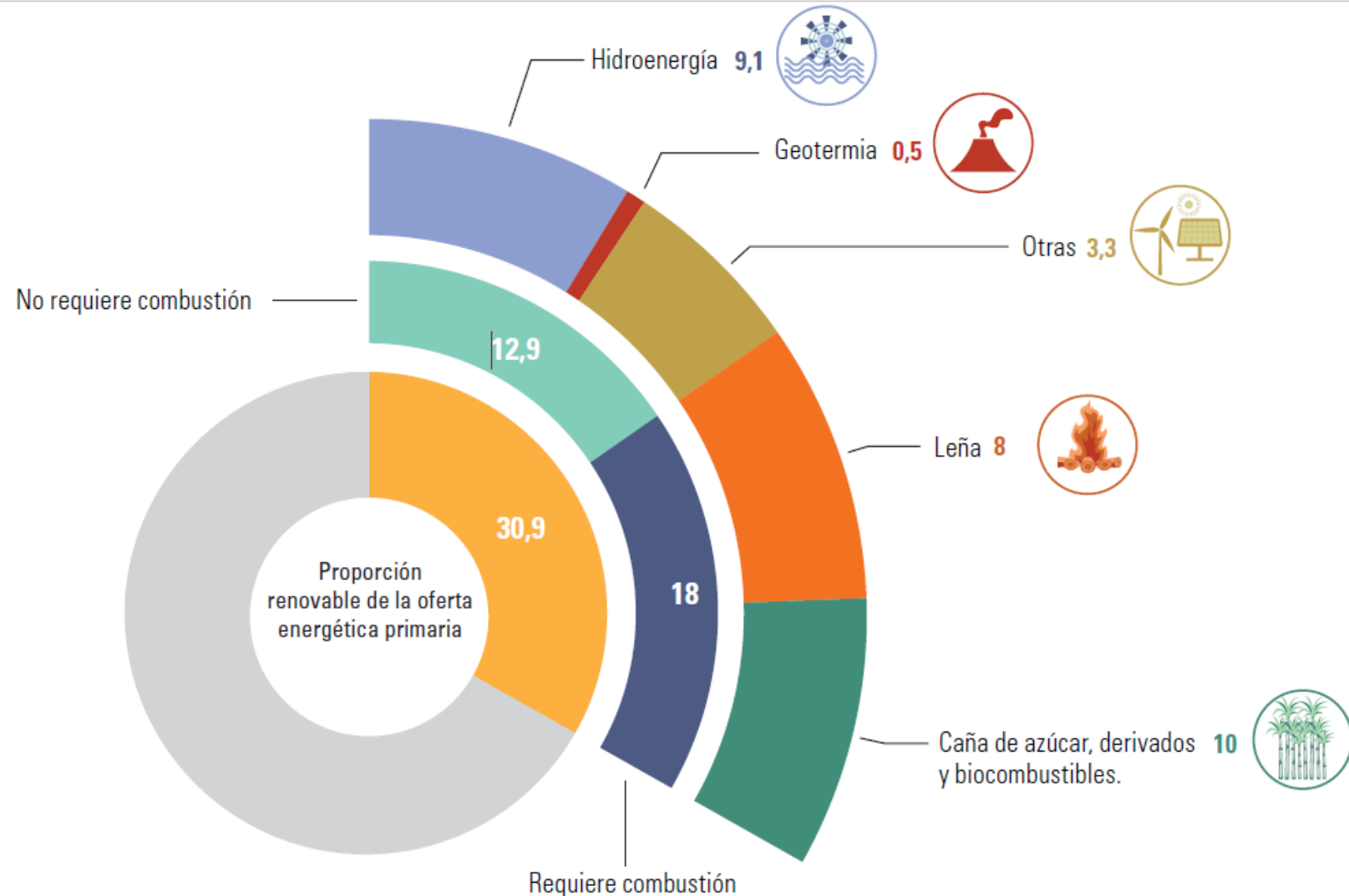
(miles de millones de barriles equivalentes de petróleo)



Fuente: CEPAL, sobre la base del Sistema de Información Económica Energética, sieLAC-OLADE

Oferta primaria renovable ALC por tipo de fuente, 2022

- OPE 69% basada en combustibles fósiles y 31% de fuentes renovables.
- Las energías renovables hidroeléctrica, solar, eólica y geotérmica alcanzan un 42% oferta primaria renovable
- Las que requieren combustión: leña y bagazo (58% de las renovables).

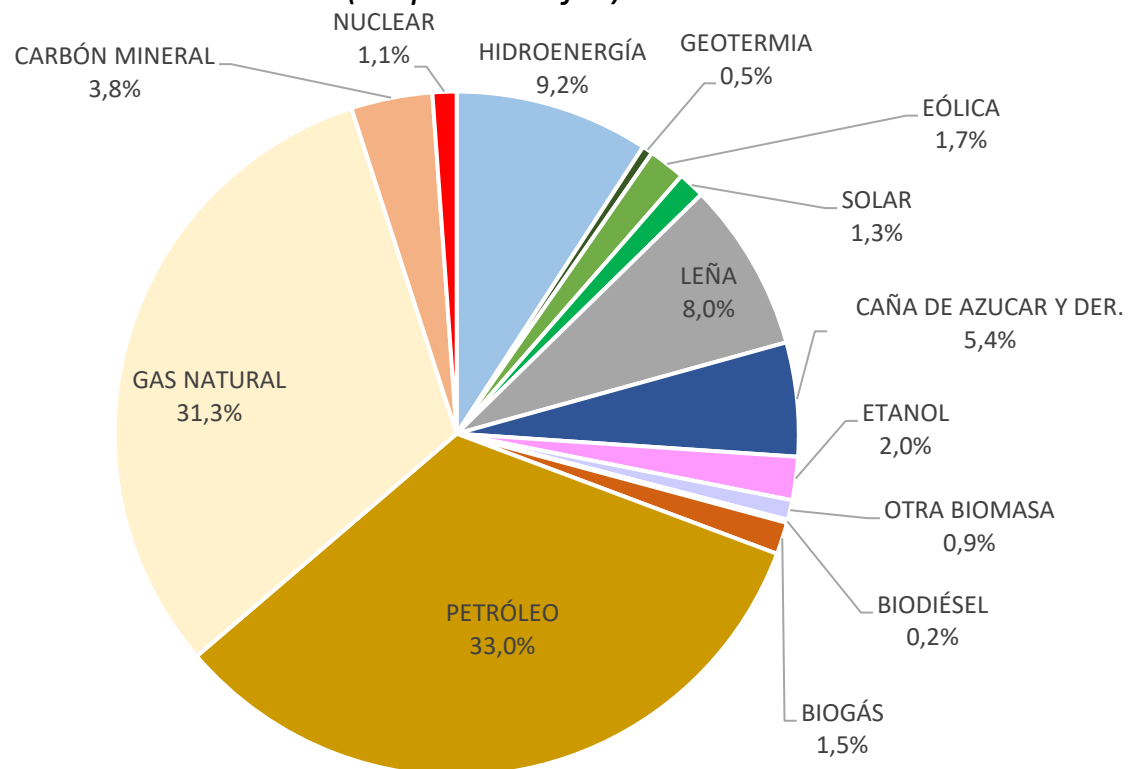


Fuente: CEPAL, sobre la base del Sistema de Información Económica Energética (sieLAC) OLADE

La matriz energética y eléctrica de ALC 2022

Oferta primaria energética por fuente

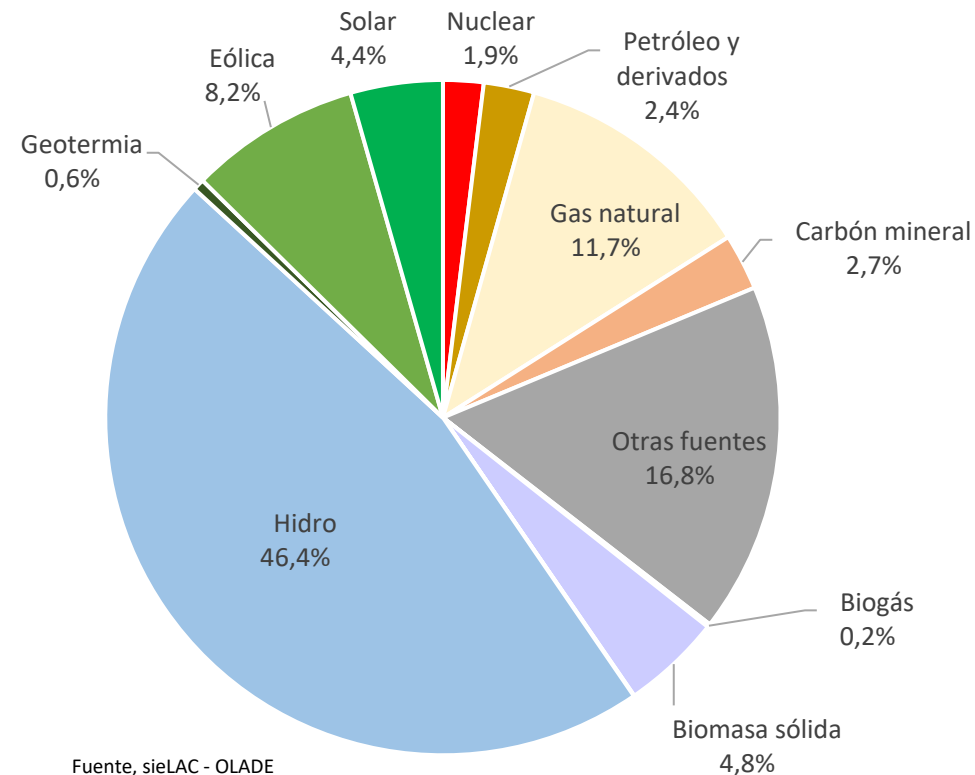
(En porcentajes)



Fuente, siELAC - OLADE

Generación eléctrica por fuente

(En porcentajes)



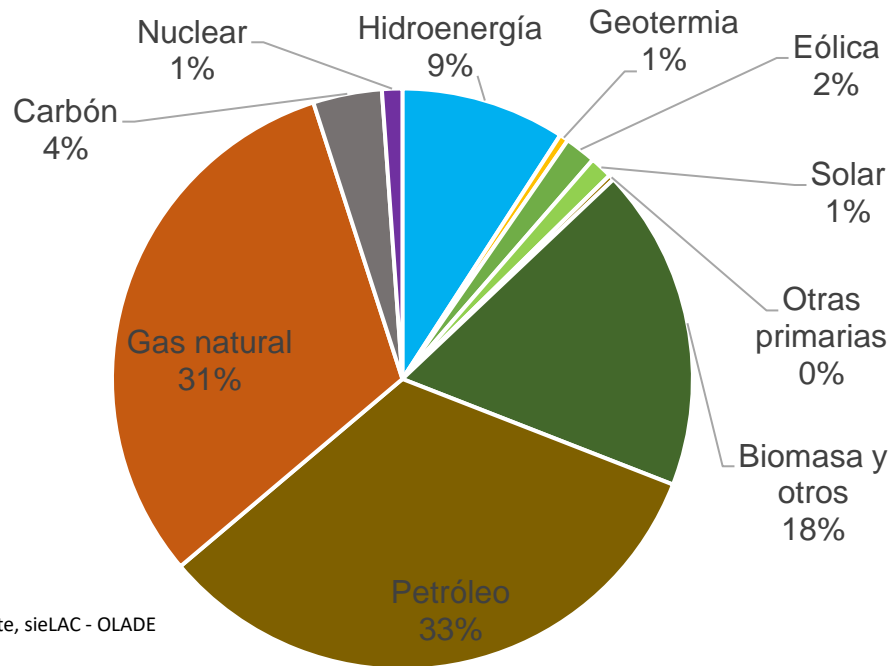
Fuente, siELAC - OLADE

Oferta primaria de energía en ALC 2022 y el Mundo 2021

América Latina y El Caribe

Renovable: 31%

No-renovable: 69%

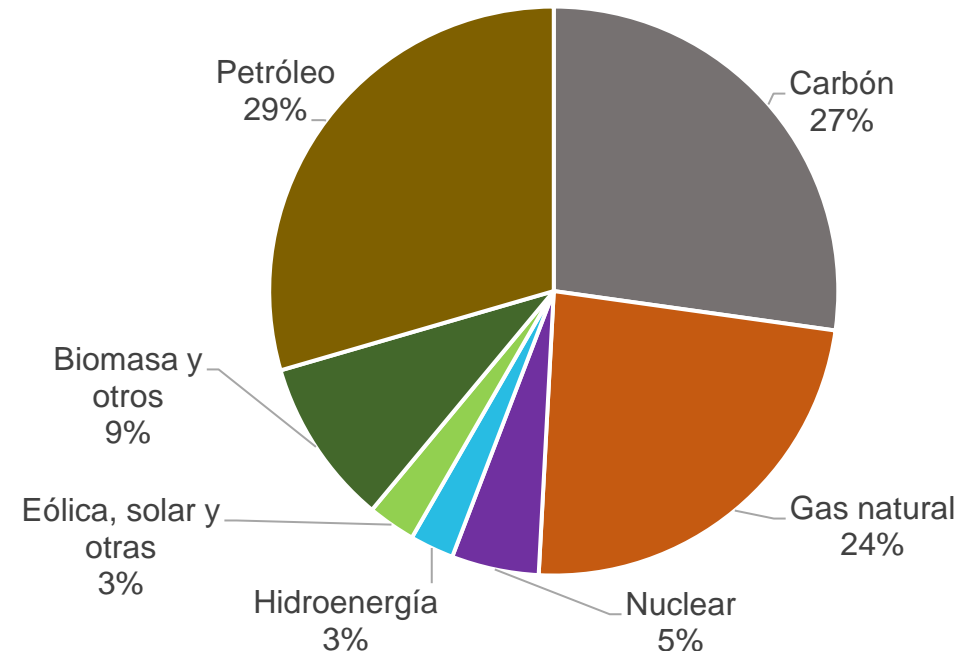


Fuente, sieLAC - OLADE

Mundo

Renovable: 15%

No-renovable: 85%

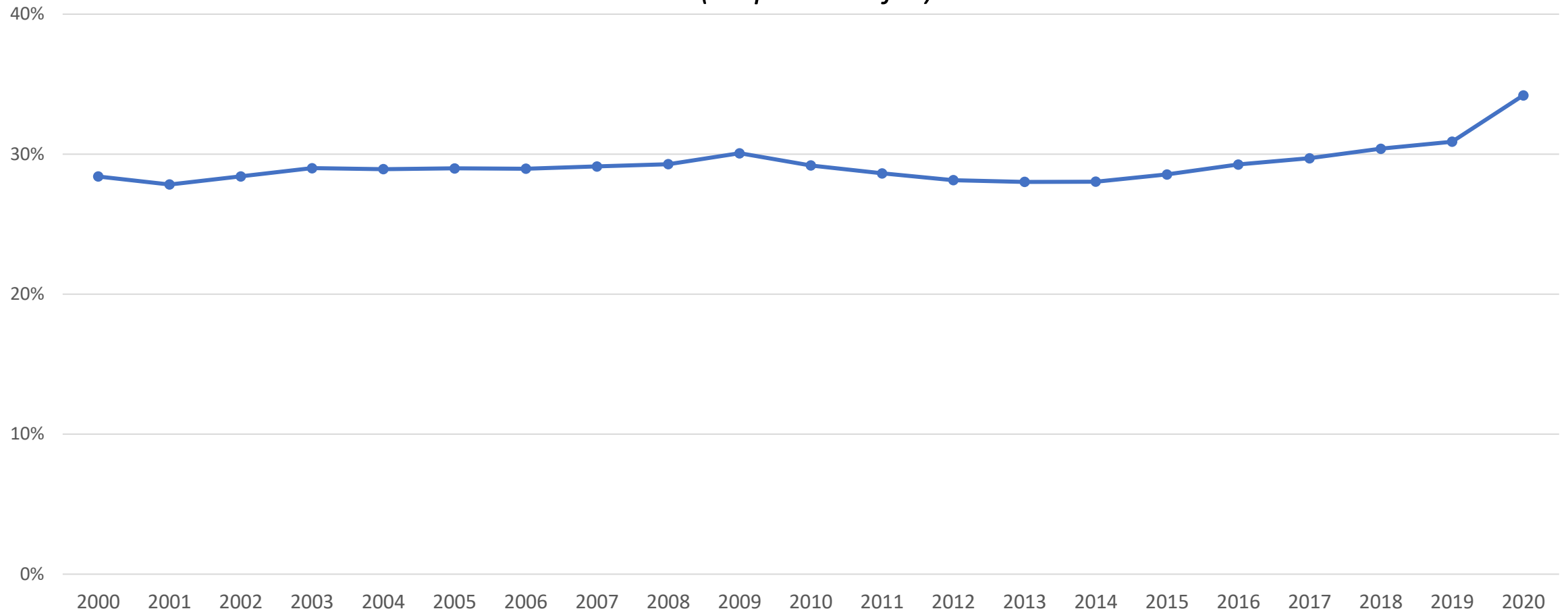


América Latina y el Caribe representa el 11,4% de la oferta mundial de energía renovable

Fuente: IEA World Energy Balances <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-statistics-and-balances>

Indicadores renovabilidad meta 7.2 región ALC

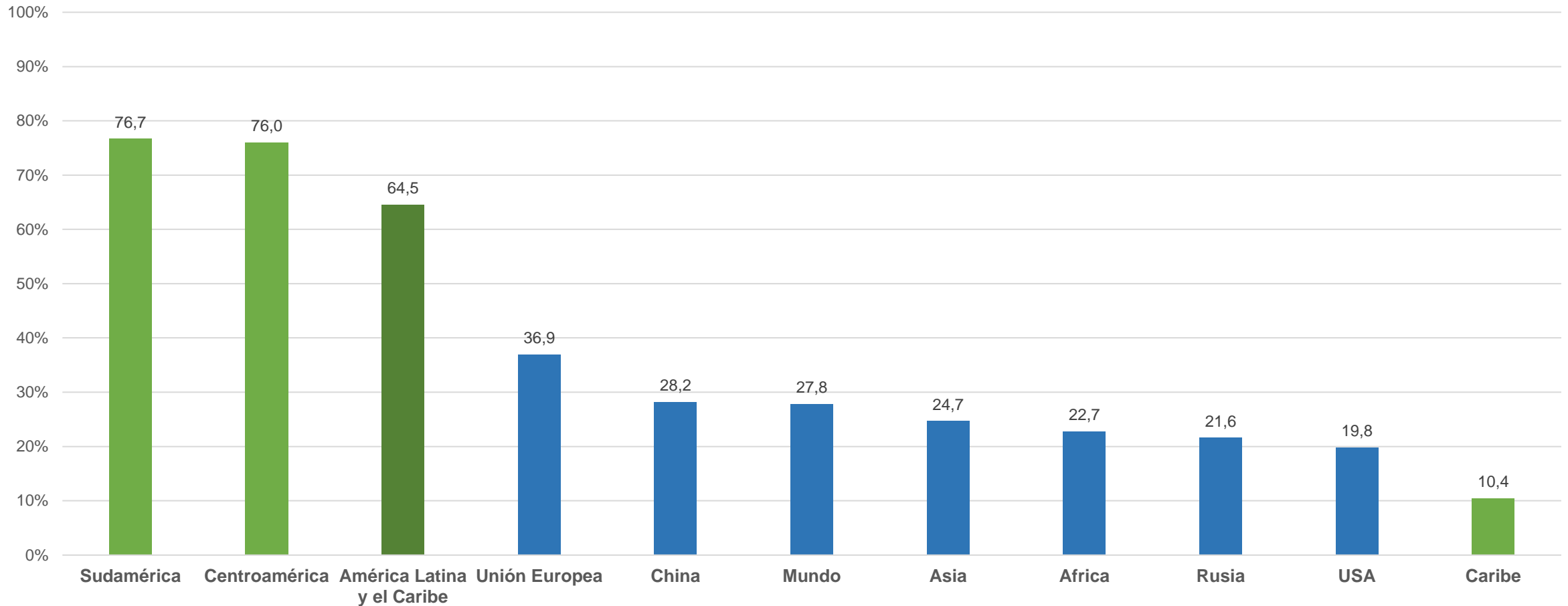
Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía (en porcentajes)



Fuente: Base de datos ODS de Naciones Unidas [<https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>], IEA (2022), World Energy Balances; Energy Balances, UN Statistics Division (2022)

La region ALC tiene la mayor proporción de generación eléctrica renovable (65%) en el mundo

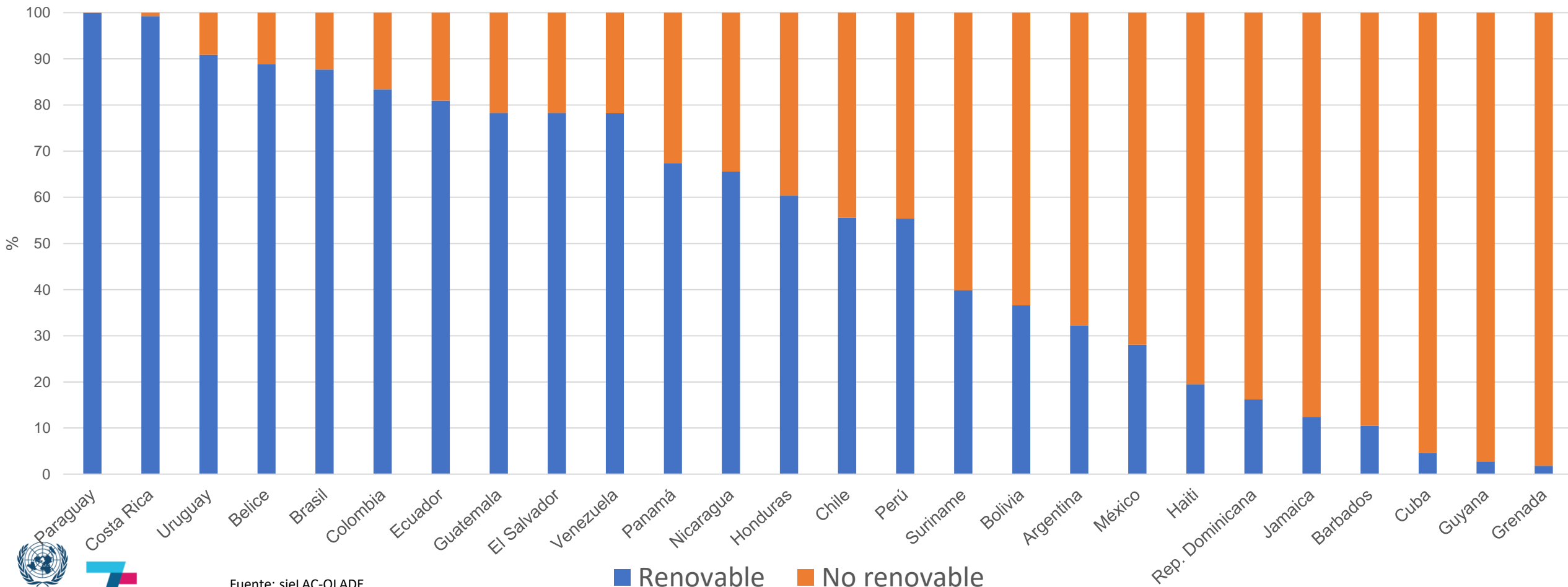
Renovabilidad de la generación eléctrica, economías seleccionadas, 2022
(En porcentajes)



Fuente: IRENA (2023), Renewable Capacity Statistics 2023; & IRENA (2023), Renewable Energy Statistics 2023, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Los valores corresponden al año 2021. siELAC-OLADE. Los valores para América Latina y el Caribe corresponden al 2022.

Generación eléctrica ALC, alta heterogeneidad entre países

América Latina y el Caribe (26 Países):
Índice de renovabilidad de la generación de electricidad, 2022
(En porcentajes)

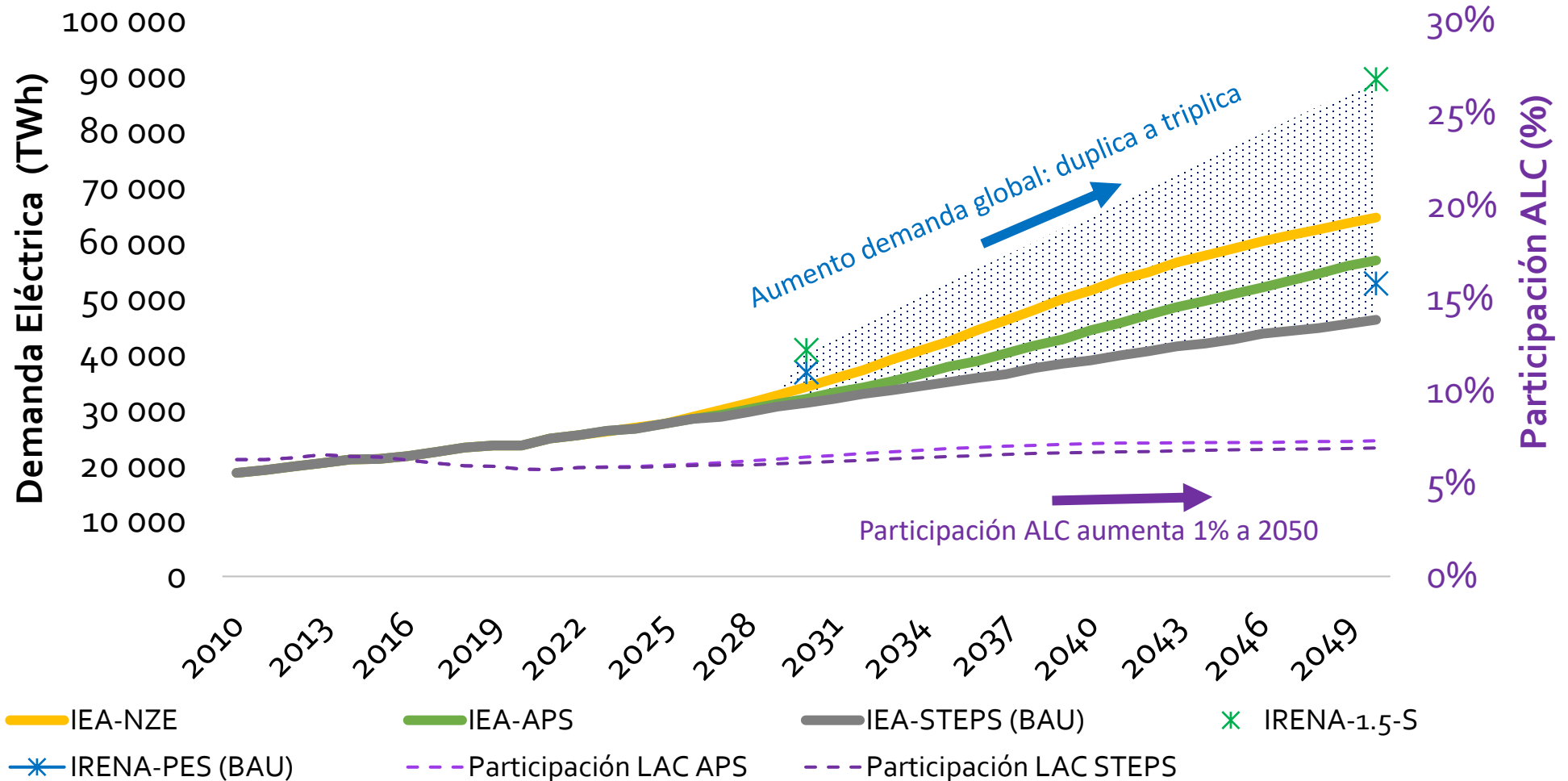


Fuente: siELAC-OLADE

■ Renovable ■ No renovable

ALC representa un 7% de la demanda global en 2050, aumentando un 1% respecto de la participación actual

Demanda global de electricidad en TWh y participación de ALC

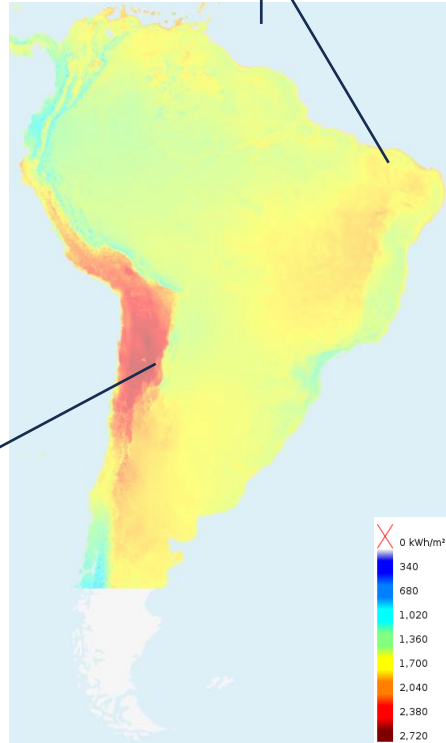


IEA e IRENA: demanda global de electricidad se duplicará o triplicará al 2050.

Fuentes: IRENA, World Energy Transitions Outlook 2023; IEA, World Energy Outlook 2023.

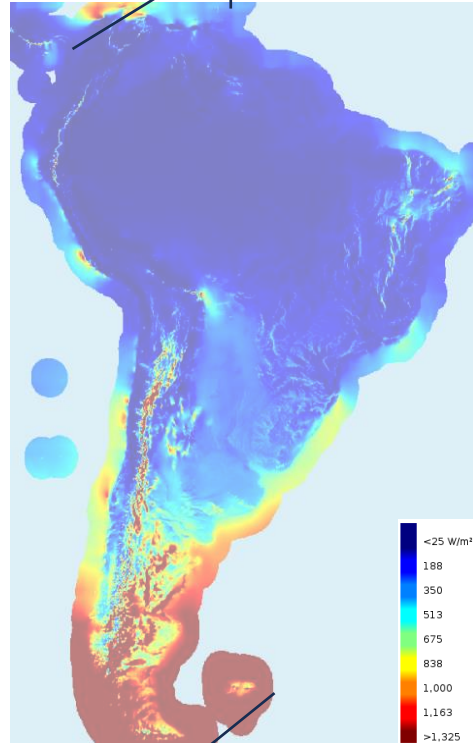
Actualmente, la región aprovecha el 30% del potencial hidroeléctrico, 10% del eólico y solo 1% del solar (OLADE)

Noreste Brasil concentra potencial renovable



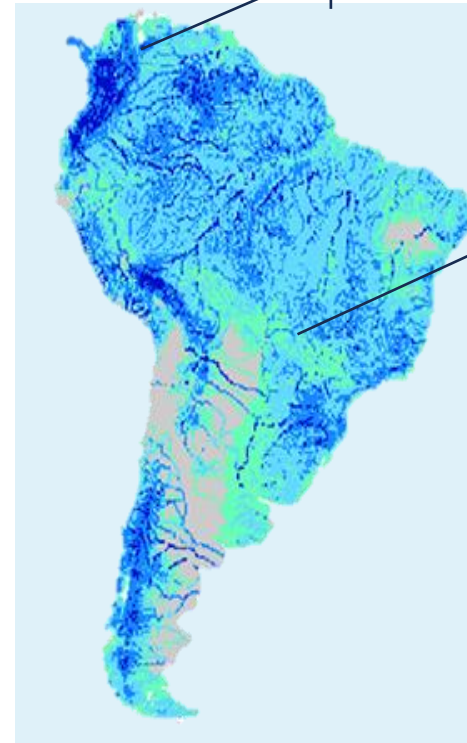
Potencial solar compartido por 4 países: AR, BO, CL, PE

Potencial eólico Colombia alejado centros de consumo



Potencial eólico cono sur

Tres países en el top 10 de potencial hidro-eléctrico, seis en el top 20



Infraestructura hidroeléctrica existente: 179 GW

Enorme potencial de crecimiento de las energías renovables en la región.

Desafío de integración de recursos alejados, considerando limitaciones de transmisión de renovables.

<https://globalatlas.irena.org/>

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0171844>

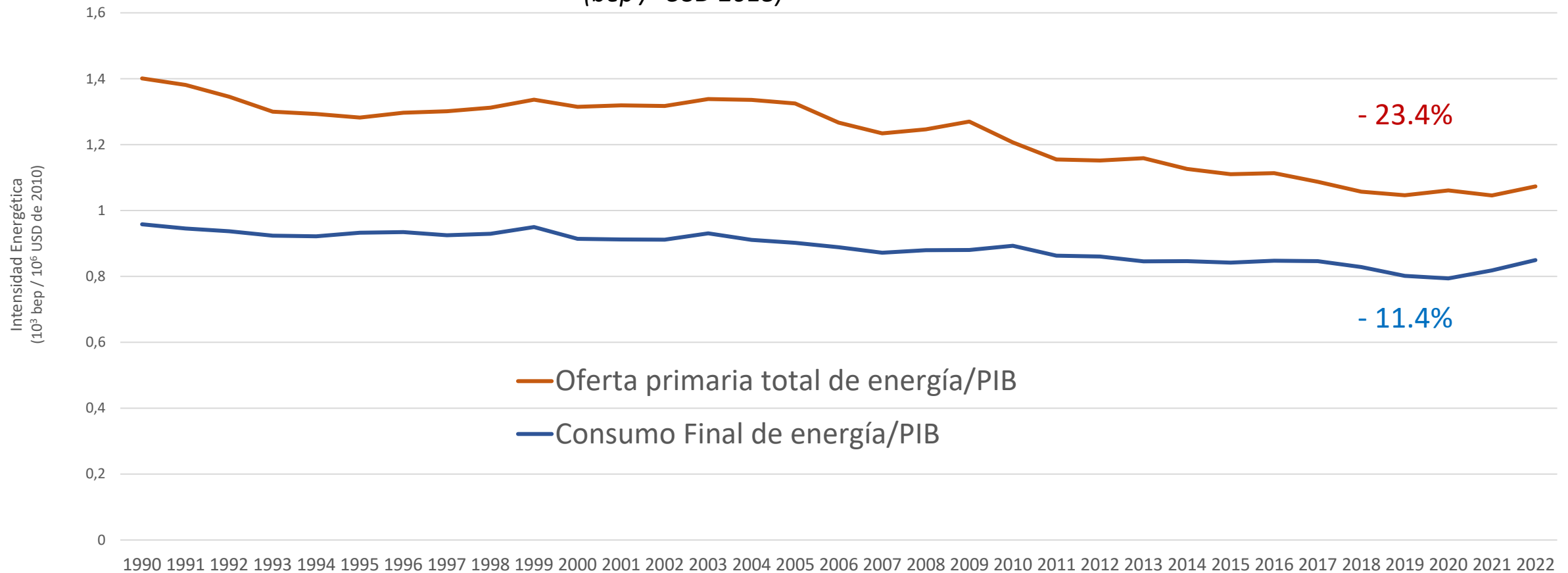
<https://www.hydropower.org/publications/2023-world-hydropower-outlook>



3.3 Intensidad y eficiencia energética

La intensidad energética del PIB, más baja que otras regiones del mundo, y ha disminuido en la región.

América Latina y el Caribe: Intensidad Energética del PIB
Oferta Primaria Energía / PIB y Consumo Final Energía / PIB
(bep / USD 2018)

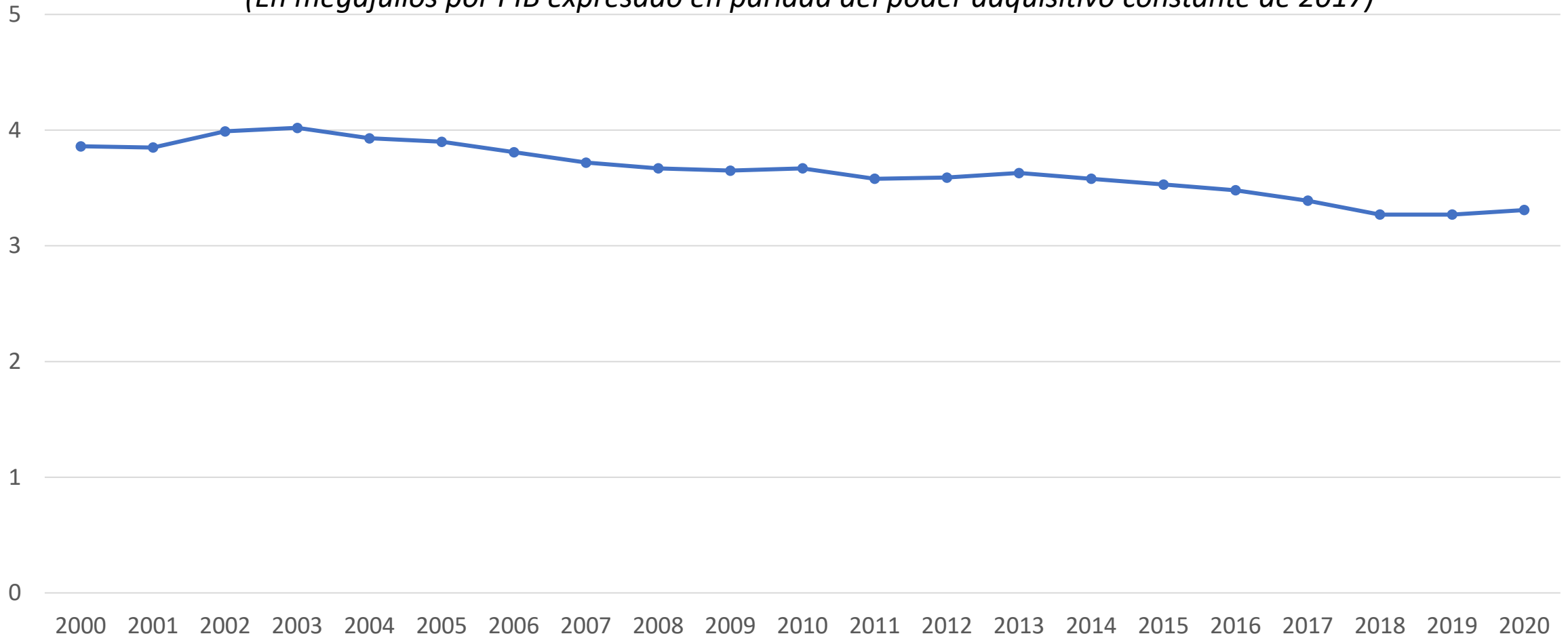


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CEPALSTAT para el PIB y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELAC) para el Consumo final de energía.

Indicador intensidad meta 7.3 en la región ALC

Intensidad energética primaria del PIB ALC

(En megajulios por PIB expresado en paridad del poder adquisitivo constante de 2017)



Fuente: Base de datos ODS de Naciones Unidas [<https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>], IEA (2022), World Energy Balances; Energy Balances, UN Statistics Division (2022)

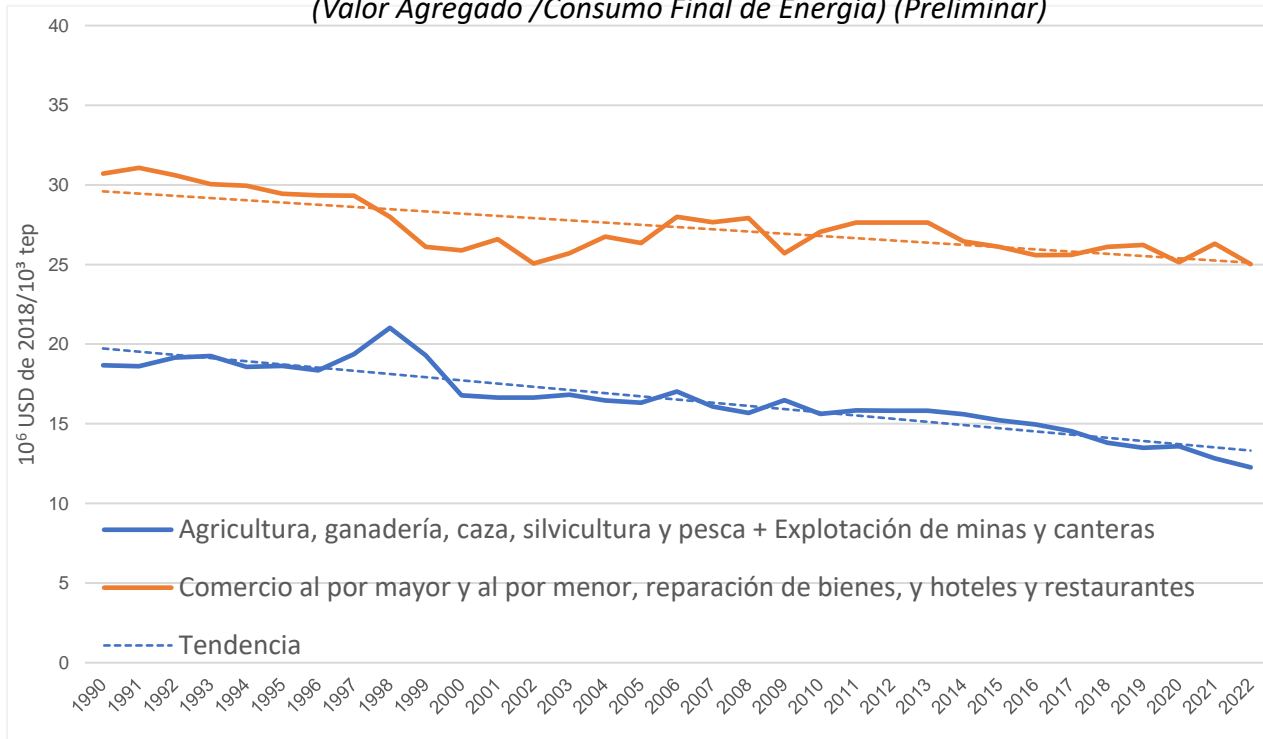
Eficiencia energética sectorial estancada: oportunidad para acelerar TE

La agricultura y el comercio han reducido su eficiencia energética 1990-2022
La industria manufacturera no muestra cambios significativos.

El transporte (principal consumidor de energía final) junto a almacenamiento y comunicaciones, incrementa levemente su eficiencia energética

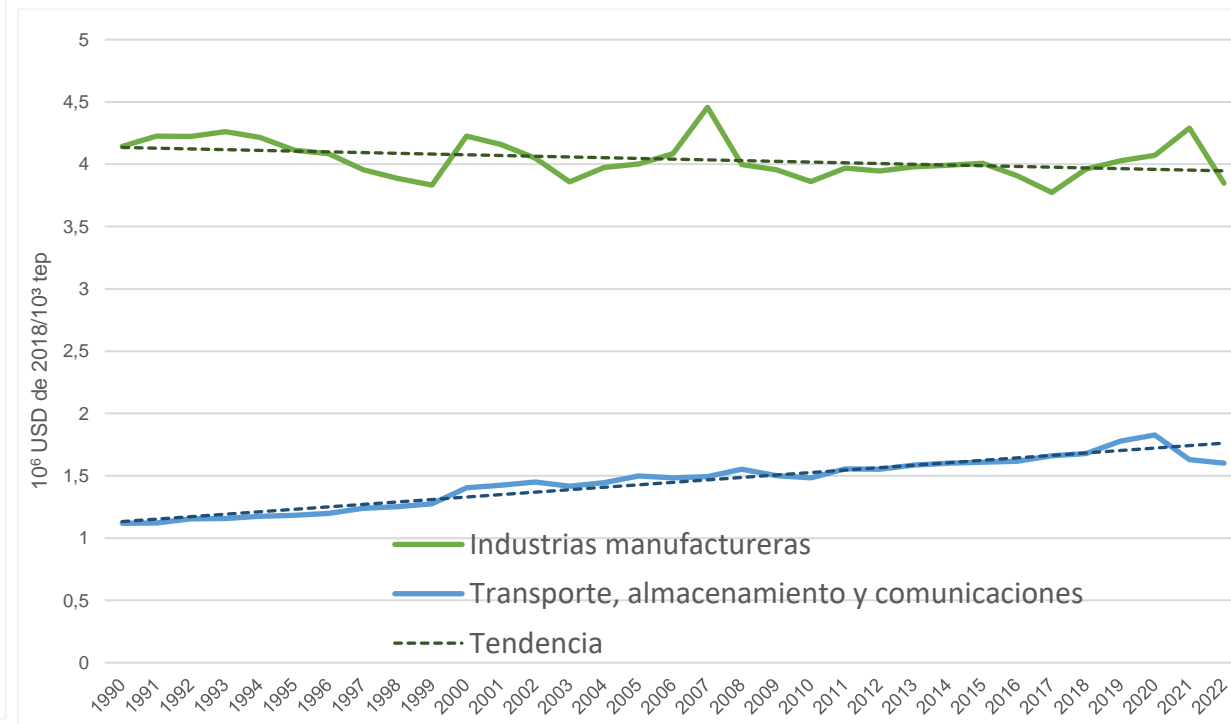
ALC: Eficiencia energética del comercio y la agricultura, 1990 - 2022

(Valor Agregado /Consumo Final de Energía) (Preliminar)



ALC: Eficiencia energética de la industria y el transporte, 1990 - 2022

(Valor Agregado /Consumo Final de Energía) (Preliminar)

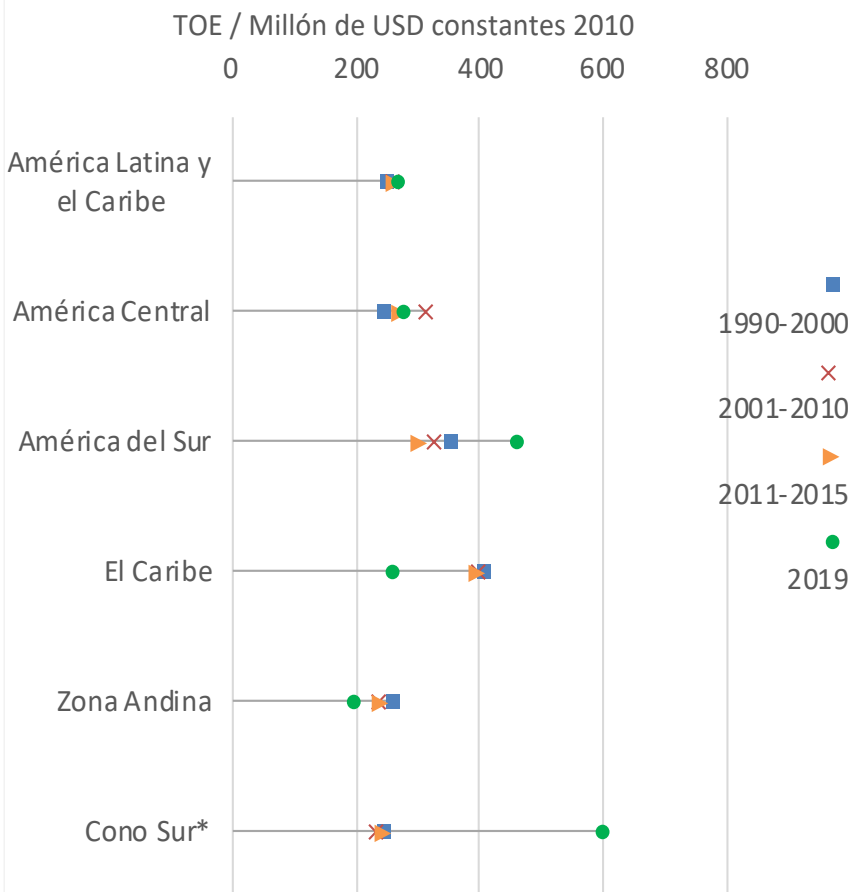


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CEPALSTAT para el PIB y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELAC) para el Consumo final de energía.

Intensidad energética por sector

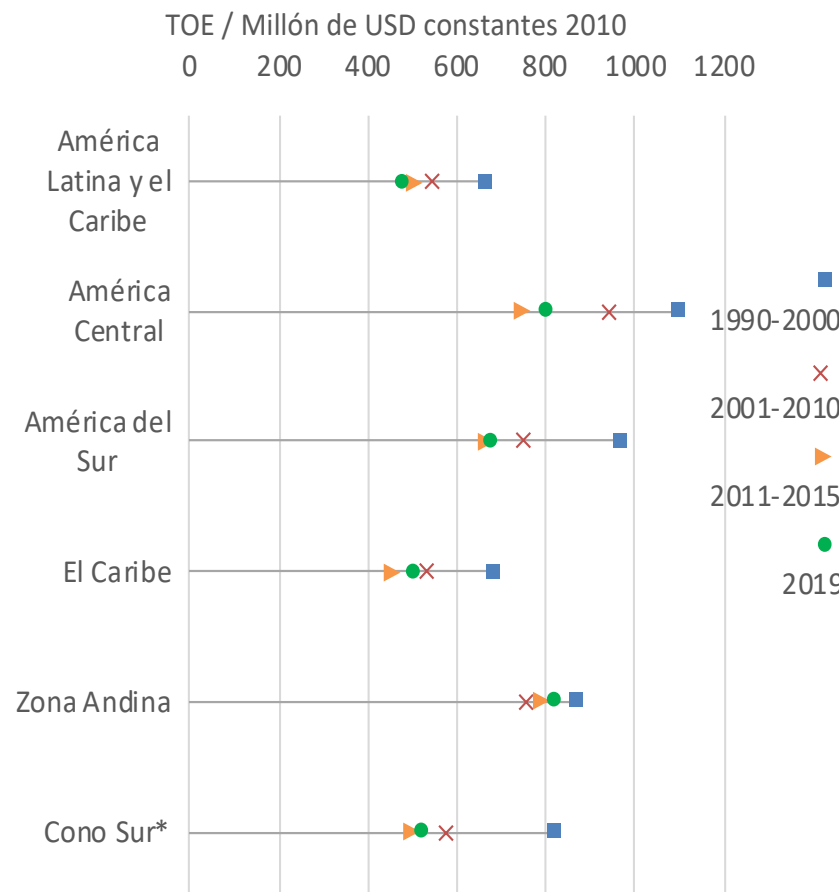
Intensidad energética sector industrial

(Consumo final de energía/VAB millón de dólares constantes de 2010)



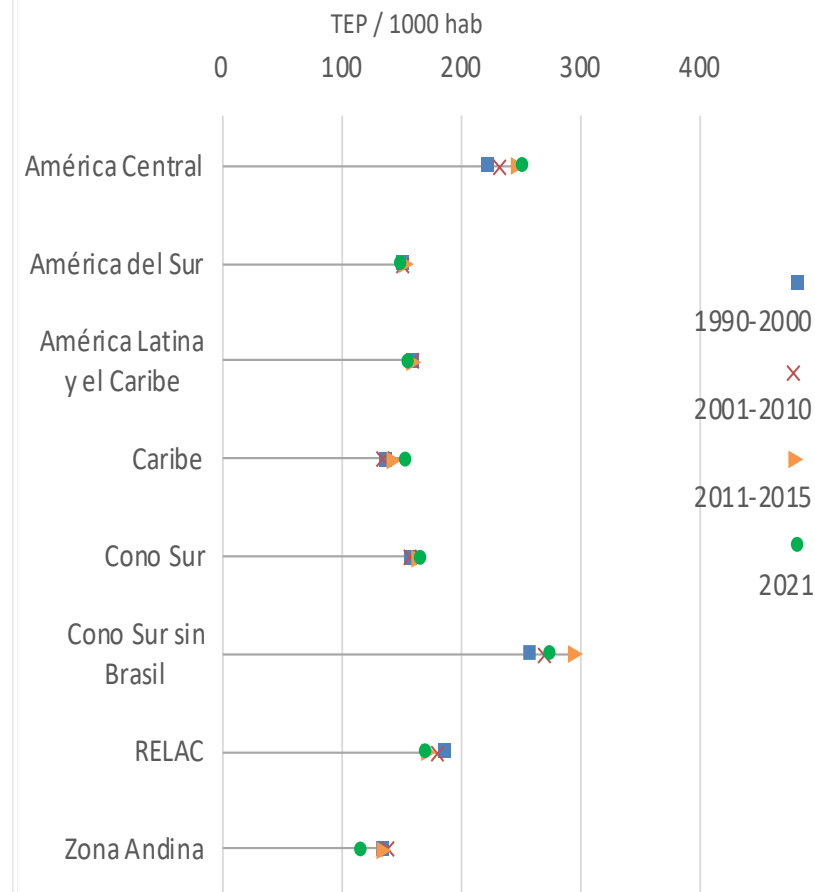
Intensidad energética sector transporte

(Consumo final de energía/VAB millón de dólares constantes de 2010)



Intensidad energética sector residencial

(Consumo final de energía residencial/1000 hab)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CEPALSTAT



3.4 Interconexión e integración energética



Oportunidades para la integración energética en ALC

- **Infraestructura existente (y en muchos casos no utilizada) de transmisión de electricidad y gas natural**, oportunidad para la interconexión de electricidad renovable e hidrógeno verde en la región.
- La **electrificación proyectada de los sectores de transporte e industria** abre otra oportunidad para una integración y desarrollo de mercados eléctricos renovable regionales y subregionales.
- **Disponibilidad de excedentes y complementariedad en los distintos mercados:** excedentes de energías renovables y de vertido turbinable de centrales hidroeléctricas. Ejemplo sequía en Uruguay y Argentina 2022- 2023, importación de energía desde Brasil.
- La amplia **incorporación de renovables en la región**, brinda la posibilidad de un mejor uso de recursos de generación entre países, optimizando las interconexiones.

Interconexión e integración energética binacional y subregional

Centrales binacionales

Países	Denominación	Río	Capacidad instalada	Observaciones
Br -Py	Itaipú	Paraná	14.000 MW	En operación
Ar -Uy	Salto Grande	Uruguay	1.890 MW	En operación
Ar -Py	Yacretá	Paraná	3.200 MW	En operación
Ar -Br	Garabí-Panambí	Uruguay	2.200 MW	En inventario
Ar -Py	Corpus Christi (Pindó-i)	Paraná	2.880 MW	En inventario
Ar -Py	Itatí -Itá Corá	Paraná	1.600 MW	En inventario
Bo-Br	Aprovechamiento hidroeléctrico binacional	Madera, Mamoré y afluentes	-	En estudio
Ar -Py	Aña Cuá	Paraná	270 MW	En construcción

Interconexiones eléctricas

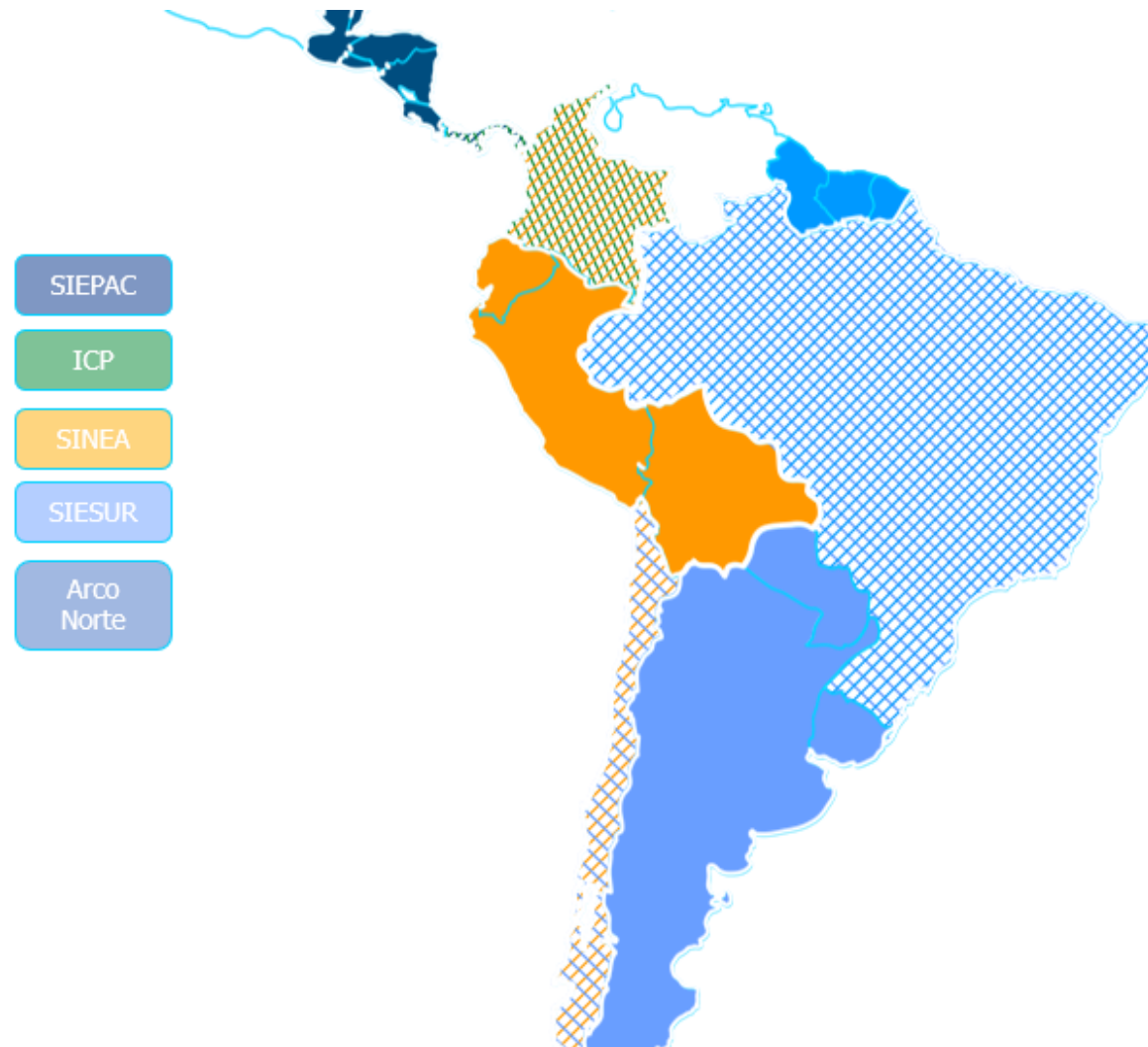
Países	Ubicación	Tensiones	Potencia	Observaciones
Co-Ve	Cuestecita (Co) -Cuatricentenario (Ve)	230 kV	150 MW	No operativa (60 Hz) 45 km (Colombia) / 85 km (Venezuela)
Co-Ve	Tibú (Co) -La Fría (Ve)	115 kV	36 / 80 MW	Operativa (60 Hz) (a confirmar)
Co-Ve	San Mateo (Co) -El Corozo (Ve)	230 kV	150 MW	Operativa (60 Hz) 49 km total (a confirmar)
Co-Pa	Cerromatoso (Co) -S.E. Panamá II (Pa)	300 kV	400 MW	En estudio. HDVC Tramo 1 (Panamá): 220 km / Submarino: 130 km / Tramo 2 (Colombia): 150 km
Co-Ec	Jamondino (Co) -Pomasqui (Ec)	230 kV	250 MW (doble circuito)	Operativa (60 Hz) 135 km (Ecuador) / 78 km (Colombia)
Co-Ec	Jamondino (Co) -Pomasqui (Ec)	230 kV	250 MW (doble circuito)	Operativa (60 Hz) 135 km (Ecuador) / 78 km (Colombia)
Co-Ec	Ipiales (Co) -Tulcán (Ec)	138 kV	35/113 MW	Operativa (60 Hz) 10 km (Colombia) / 7 km (Ecuador)
Ec-Pe	Machala (Ec) -Zorritos (Pe)	230 kV	100 MW	Operativa (60 Hz) 49,4 km (Ec) -55 km (Pe)
Ec-Pe	S.E. Chorrillos (Ec) -S.E. La Niña (Pe)	500 kV	-	En proyecto. 255 km (Ecuador) / 319 km (Perú)
Br-Ve	Boa Vista (Br) -El Guri (Ve)	230/400 kV	200 MW	Existente (60 Hz). Fuera de operación desde 2019. 580 km
Bo-Pe	La Paz (Bo) -Puno (Pe)	230/220 kV	150 MW	En inventario (50/60 Hz) 278 km (total) (1)
Pe-CI	Tacna/Los Héroes (Pe) -Arica/Parinacota (CI)	220 kV	200 MW	En estudio, con prefactibilidad positiva (60/50 Hz) / 55 km
Pe-CI	Tacna/Montalvo (Pe) -Arica/Crucero(CI)	500 kV	1.000 MW	En estudio (60/50 Hz) HVDC/600 km
Bo-Br	Interconexión Bolivia -Brasil	500 kV	-	En estudio. 284 km Alternativa: Cachuela Esperanza -Porto Belo
Bo-Py	Interconexión Bolivia -Paraguay	230 kV	-	En estudio Alternativas: Yaguacua(Bo) -LomaPlata (PY) (400 km total) Villamontes (Bo) -Loma Plata(PY) (400 km total)
Ar-Bo	Yaguacua (Bo) -Tartagal (Ar) (Juana Azurduy)	132 kV	120 MW	En construcción (50 Hz) 46 km (Bolivia) / 64 km (Argentina)
Ar-CI	Cobos (Ar) -Andes (CI)	345 kV	200 MW	Operativa (50 Hz). Capacidad limitada (flujo máximo de la línea: 200 MW) 408 km (total)
Ar-CI	Rodeo (Ar) -S.E. Nueva Pan de Azúcar (CI)	400 kV	1.000 MW	En inventario / 250 km.
Ar-CI	Río Diamante (Ar) -Los Cóndores (CI) Los Cóndores (CI) -Ancoa (CI)	500/220 kV	435/735 MW	En estudio. 350 km, con prefactibilidad positiva.
Ar-CI	Santa Cruz (Ar) -Aysén (CI)	220 kV	200 MW	En inventario. / 175 km
Ar-CI	Santa Cruz (Ar) -Punta Arenas (CI)	220 kV	200 MW	En inventario. / 200 km.
Ar-Uy	Colonia Elia (Ar) -San Javier (Uy)	500 kV	2.000 MW	Operativa (50 Hz) 24 km (total)
Ar-Uy	Concep. del Uruguay (Ar) -Paysandú (Uy)	132/150 kV	100 MW	Operativa en emergencia (50 Hz) 70 km (total)
Ar-Uy	Salto Grande (Ar) -Salto Grande (Uy)	500 kV	1.890 MW	Operativa (50 Hz) 4 km (total)
Br-Uy	Pte. Médici (Br) -San Carlos (Uy)	525 kV	500 MW	Operativa (60/50 Hz) 400 km (total)
Br-Uy	Livramento (Br) -Rivera (Uy)	230/150 kV	70 MW	Operativa (60/50 Hz) 11 km (total)
Ar-Br	Paso de los Libres (Ar) -Uruguaiana (Br)	132/230 kV	50 MW	Operativa (50/60 Hz) 40 km (total)
Ar-Br	Rincón Santa María. (Ar) -Garabí (Br)	500 kV	2.200 MW	Operativa (50/60 Hz) 135 km (total)
Ar-Py	Salidas de Central Yacretá	500 kV	3.200 MW	Operativa (50 Hz)
Ar-Py	Clorinda (Ar) -Guarambaré (Py)	132/220 kV	80/90 MW	Operativa de oportunidad (50 Hz) 44 km (total)
Br-Py	Salidas de Central Itaipú	750/220 kV	14.000 MW	Operativa (60/50 Hz) Foz de Iguazú -Margen derecha

Fuente: Interconexiones internacionales Información de las interconexiones eléctricas y gasíferas en países de América del Sur y América Central Año 2022 (CIER)



Trabajando por un futuro productivo, inclusivo y sostenible

El proceso de integración avanza a través de iniciativas regionales



Beneficios de la integración energética en ALC:

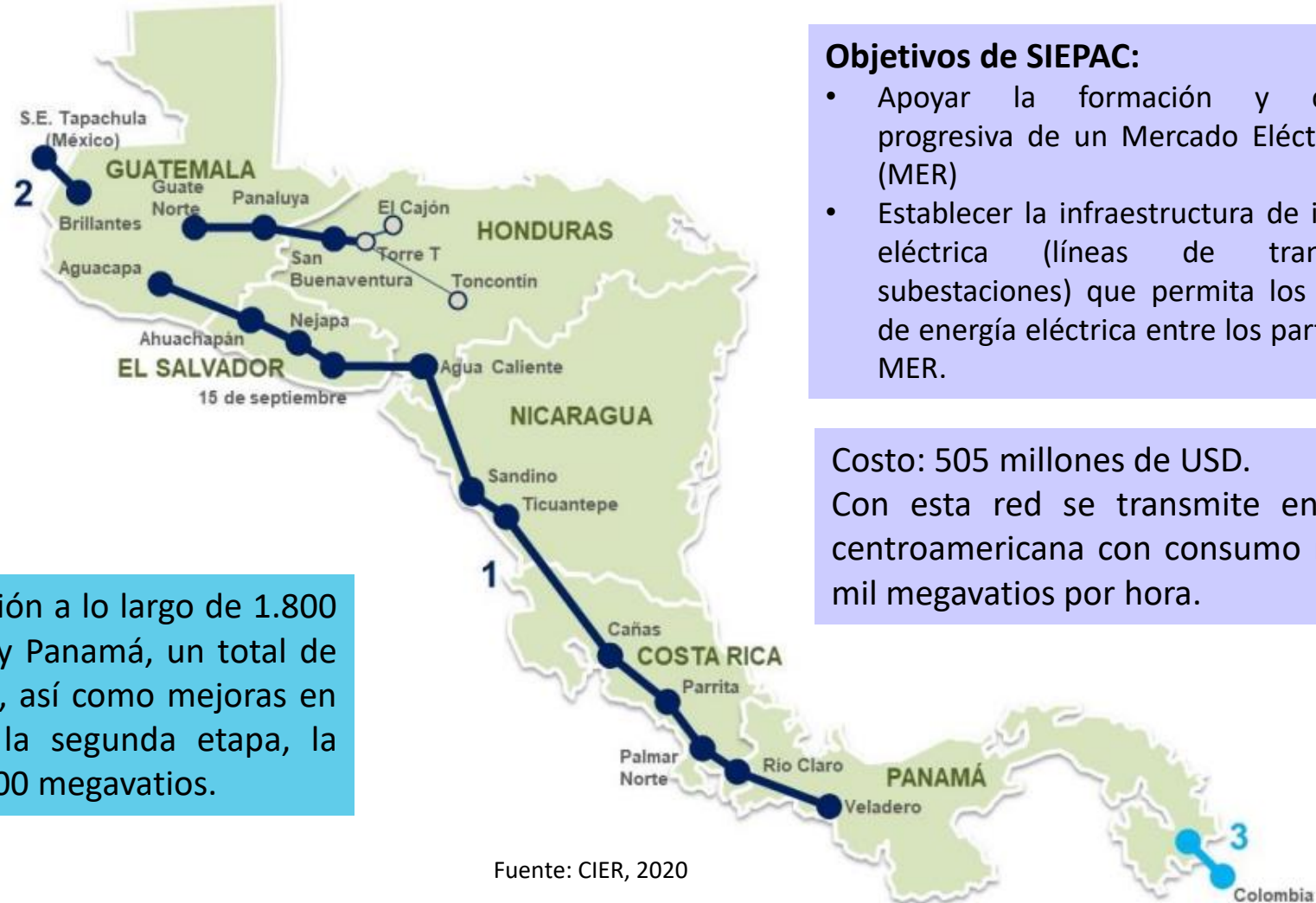
- Fortalecer el pilar 5 de seguridad energética, mejora la flexibilidad de los sistemas eléctricos
- Promover y maximizar la producción de energía de fuentes renovables
- Compartir y hacer mejor uso de los recursos disponibles
- Mejorar la planificación energética de los países

Fuente: “Integración Eléctrica Regional: Una apuesta obligada para la Transición Energética” CIER, 2023

Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central (SIEPAC): Interconexión de redes eléctricas entre seis países (Panamá, Costa Rica, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala) conectan 40 millones de consumidores

La electrificación proyectada de los sectores de transporte e industria abre otra oportunidad para una integración y desarrollo de mercado eléctrico renovable regional.

Incluye una línea de transmisión a lo largo de 1.800 kilómetros entre Guatemala y Panamá, un total de 15 estaciones de transmisión, así como mejoras en los sistemas existentes. En la segunda etapa, la capacidad aumentará hasta 600 megavatios.



Objetivos de SIEPAC:

- Apoyar la formación y consolidación progresiva de un Mercado Eléctrico Regional (MER)
- Establecer la infraestructura de interconexión eléctrica (líneas de transmisión y subestaciones) que permita los intercambios de energía eléctrica entre los participantes del MER.

Costo: 505 millones de USD.

Con esta red se transmite energía en la región centroamericana con consumo medio entre 7 y 12 mil megavatios por hora.

Fuente: CIER, 2020

Infraestructura existente de transmisión de electricidad y gas natural, oportunidad para la interconexión de electricidad renovable e hidrógeno verde en la región

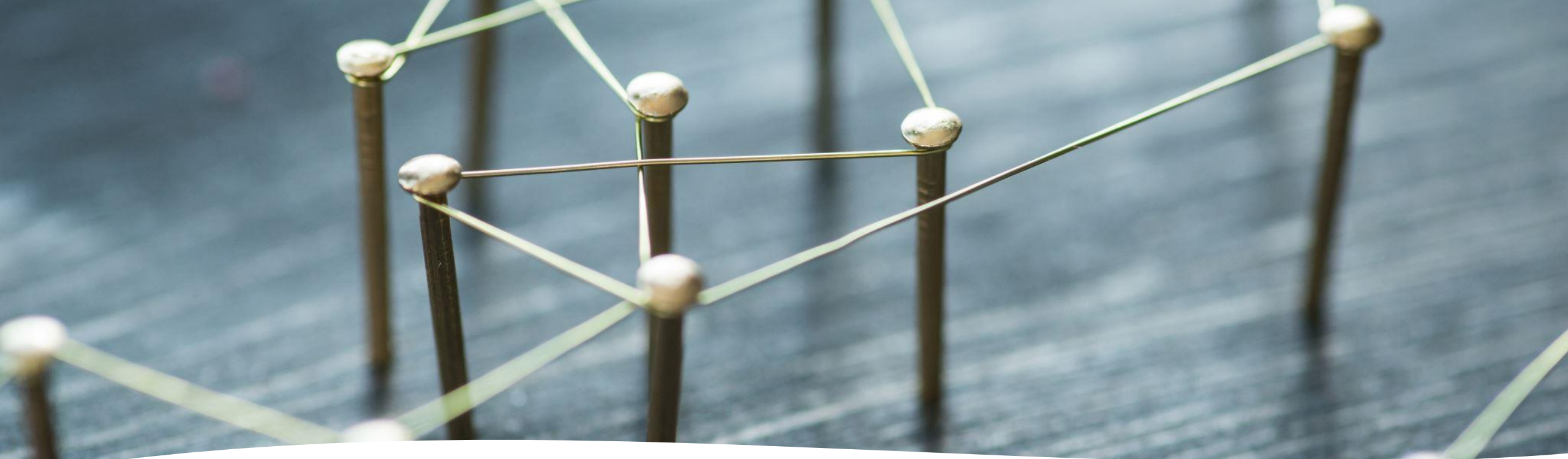
Los **intercambios de electricidad representan menos del 3% del total** de generación de electricidad en América Latina (un 15% corresponde a integración adecuada).

Las interconexiones son clave para la adaptación al cambio climático. En el Cono Sur, se basan principalmente en centrales hidroeléctricas.

- Acuerdos bilaterales han sido exitosos (Itaipú entre Paraguay y Brasil).
- Interconexiones para intercambios de emergencia para hacer frente a sequías entre Argentina y Brasil.



Interconexiones mayores en la región del Cono Sur (Fuente: CIER, 2020)



4. Gobernanza, marcos regulatorios y mercados para la transición energética en ALC

Reducción de costos de la energía renovable

Con el incremento en los precios de hidrocarburos, las energías renovables se vuelven más competitivas y podrían impulsar la aceleración de la Transición Energética.

Durante la década pasada, en el mundo el costo de la energía eólica ha disminuido a menos de la mitad; mientras que el costo de la energía solar y las baterías ha caído en un **85%** (SG Guterres, 2022 basado en IRENA).

Las energías renovables han disminuido sus costos consistentemente, con el incremento en los precios de hidrocarburos se vuelven más competitivas y podrían impulsar la **aceleración de la transición energética**. El impulso se diferencia entre países exportadores e importadores netos de hidrocarburos.

La diversificación de la matriz energética incorporando cada vez más renovables es uno de los factores claves para mejorar la **resiliencia del sistema energético y eléctrico ante choques externos**.



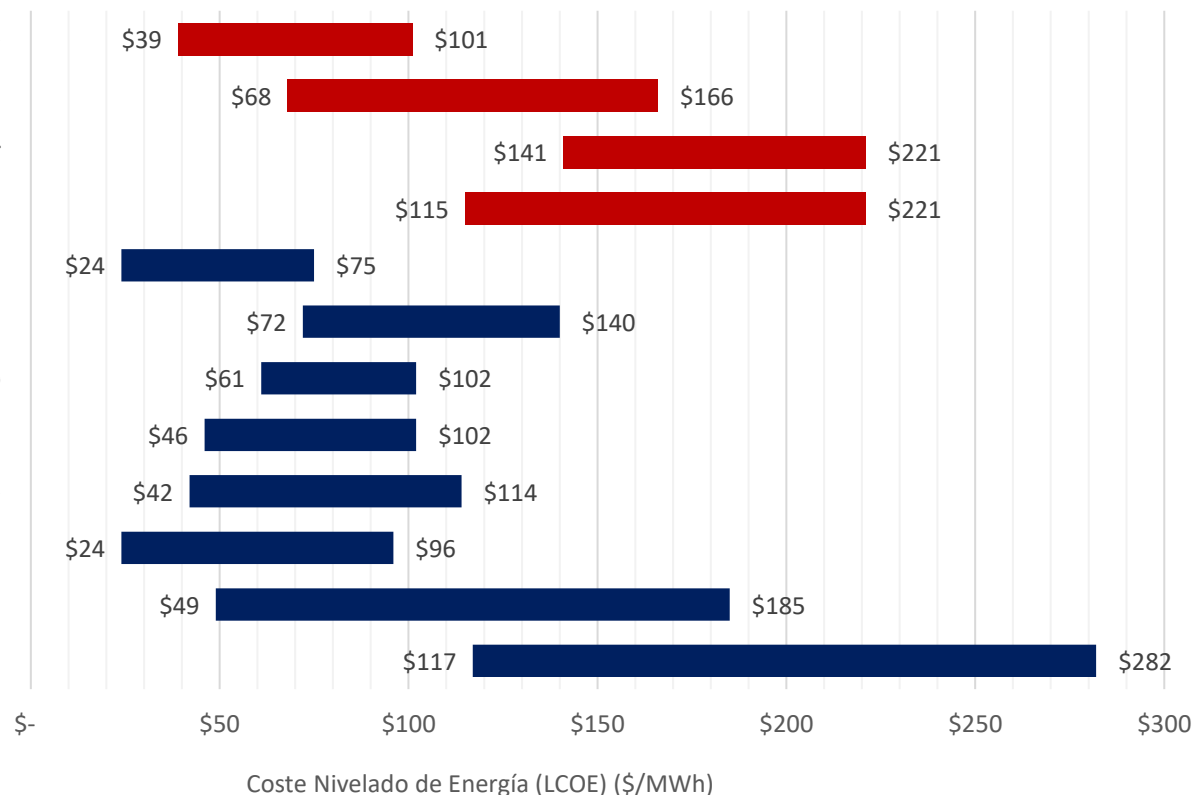
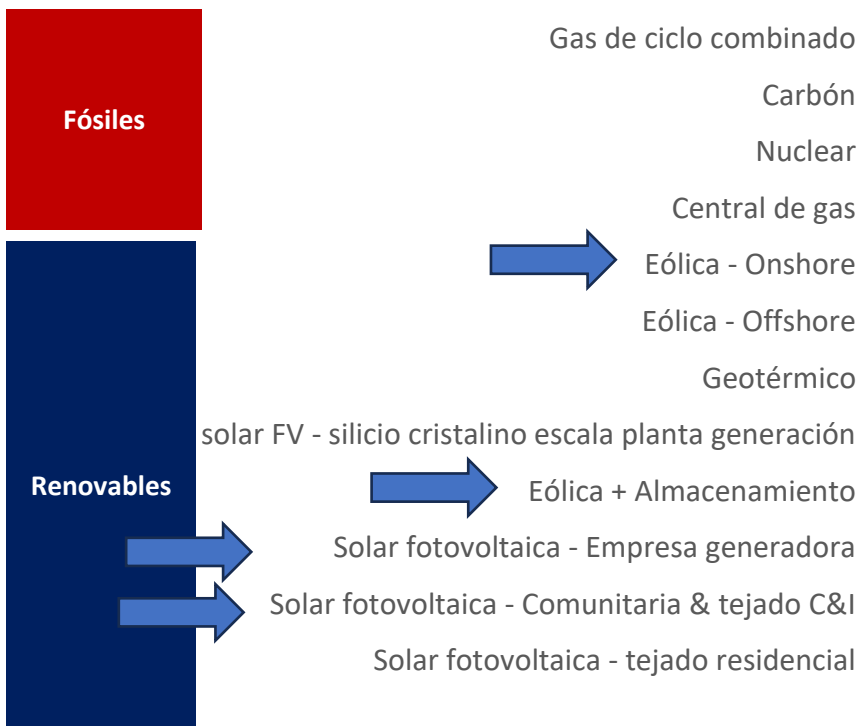
Las energías renovables han disminuído sus costos significativamente, impulsando la transición energética, pero no lo suficiente

Precios cada vez más bajos de tecnologías renovables es necesario pero no suficiente para acelerar la transición energética, adecuar/reformar marco regulatorio es igualmente importante

Comparación de costos nivelados de electricidad renovables y fósiles, 2023 (En dólares/MWh)

El costo por Kw/h actual (sin subsidios) de las renovables, particularmente eólica y solar fotovoltaica, es menor que la electricidad proveniente de plantas de carbón y en menor medida de gas.

Levelized cost of energy (LCOE): valores dependen de la escala de producción, la tecnología utilizada y el momento de puesta en marcha, entre otros.



Fuente: LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS — VERSION 16.0 (abril 2023)

*Valores dependen de la escala de producción, tecnología utilizada y el momento de puesta en marcha, elementos contenidos en el Levelized cost of energy (LCOE).

A pesar de los avances regionales, la transición energética de América Latina y el Caribe enfrenta desafíos persistentes

Algunos países **dependen de la explotación de sus recursos naturales no renovables** (petróleo, gas, carbón) y su capacidad instalada de generación de energía es predominantemente fósil, por lo que el incremento de la proporción renovable es lento. Otros países son importadores netos de hidrocarburos.

Gobernanza inadecuada del sistema eléctrico ha **concentrado la inversión privada en el subsector de generación, insuficiente inversión en redes de transmisión que ralentizan avances**

Incipiente **planificación energética** de largo plazo, insuficiente **integración energética** regional y barreras de **acceso al financiamiento** generan volatilidad y crisis energéticas que no permiten cimentar un sistema de seguridad energética regional.

Prevalencia de los subsidios a los combustibles fósiles no generan los incentivos adecuados para crecimiento más robusto de renovables.

Brechas en inversiones en toda la cadena de valor de energía e **infraestructura de transmisión y distribución** deteriorada e insuficiente, disminuyen la calidad y seguridad energética frente a impactos externos.

Se necesita un nuevo ecosistema de gobernanza y marcos regulatorios modernos para acelerar la transición energética en ALC

Gobernanza

- Gobernanza **participativa, informada y efectiva**
- **Instituciones adaptadas** al nuevo entorno de los mercados energéticos y nuevas tecnologías
- **Planificación energética** nacional a largo plazo fortalecida
- Capacidades técnicas y gestión de **talento** renovadas
- Cooperación e integración energética binacional y regional priorizadas en las **estrategias de seguridad energética**
- Coordinación entre las **políticas energéticas y las políticas de desarrollo productivo** para impulsar las cadenas de valor de las nuevas tecnologías para la transición energética

Regulación

- **Marcos normativos y regulatorios** que se actualicen de forma permanente e incorporen las **innovaciones sociales y tecnológicas**
- Modernización de la regulación energética con énfasis en la **transmisión, nuevas tecnologías y servicios energéticos**
- Revisión de las políticas de **subsidios** a los combustibles fósiles con apego a las políticas públicas sociales y redistributivas.
- Renovación en la regulación e instrumentos para aumentar la **eficiencia** energética, con énfasis en la calidad y los **sectores de transporte e industria**
- **Innovación** en instrumentos e incentivos para movilizar **financiamiento** e inversiones y crear nuevos **modelos de negocios**



NACIONES UNIDAS



CEPAL



5. Gran Impulso inversor para acelerar la transición energética en la región

La transición energética requiere más tracción: impulso inversor

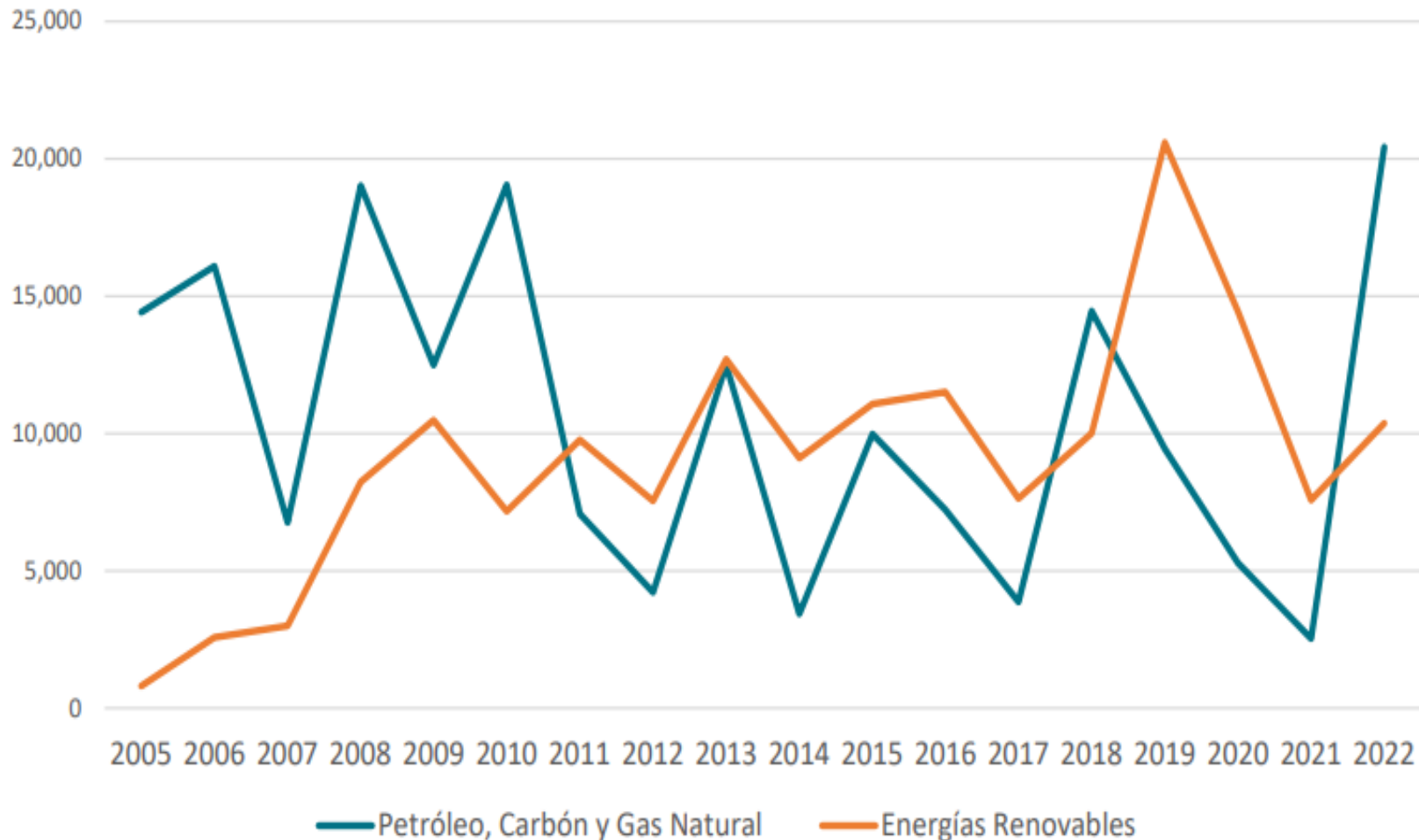
INVERTIR 1.2% del PIB anual de América del Sur entre 2025 y 2050 logra:

- ✓ Hasta un **87% de generación eléctrica renovable** en 2030 y net-zero a 2050
- ✓ Utilizar las **interconexiones eléctricas** existentes y proyectadas en AL y mejorar la resiliencia y seguridad energética
- ✓ Generar al menos **siete millones** de empleos verdes y nuevos ingresos
- ✓ Reducir las emisiones de CO2 al 2050 en un **61%** respecto a 2020



La región de ALC alcanzó un monto en anuncios de IED para el sector de las energías renovables de USD 169,9 mil millones en el periodo 2005-2022

América Latina y el Caribe, anuncios de proyectos de inversión extranjera directa (IED), por tipo de fuente energética, 2005 – 2022
(en miles de millones de dolares)



Desde 2011 los proyectos de IED destinados a energías renovables han superado en cuantía a la inversión que se proyecta en energías de origen fósil.

En ALC los anuncios de inversión en energías no renovables en 2021 superaron a los anuncios en E renovable.

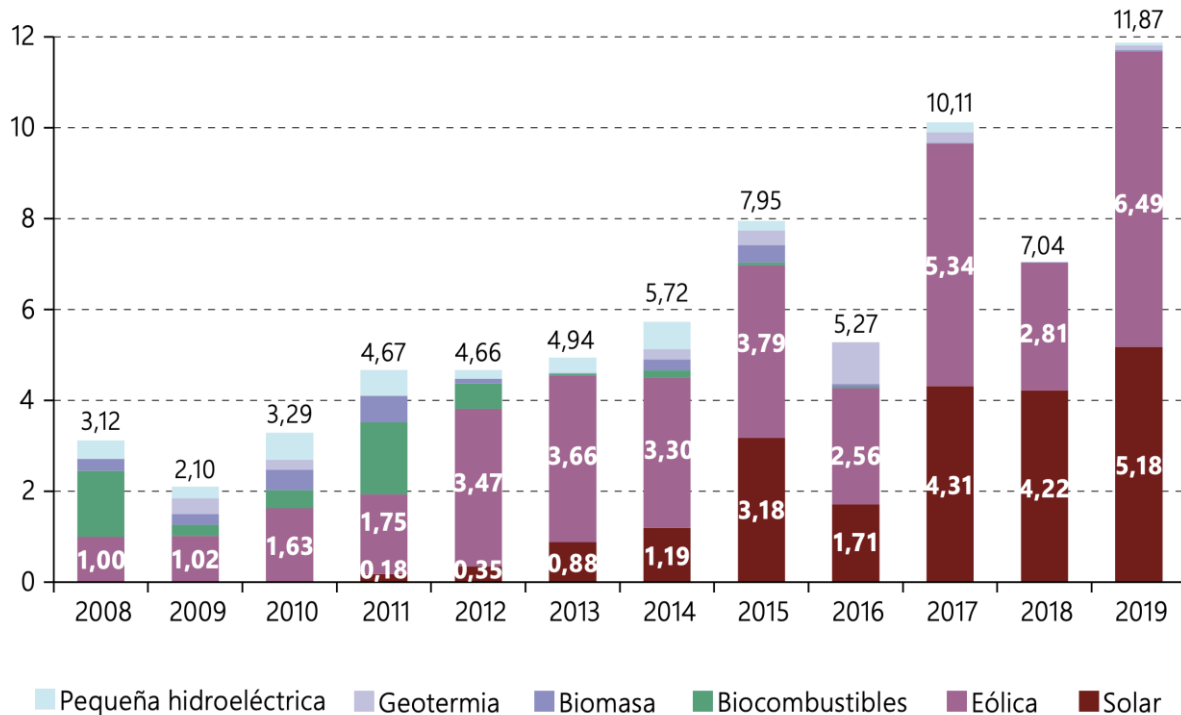
Aumento del precio de los hidrocarburos post crisis en cascada incentiva la inversión en no renovables

Fuente: Elaboración propia Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Financial Times, fDi Markets.

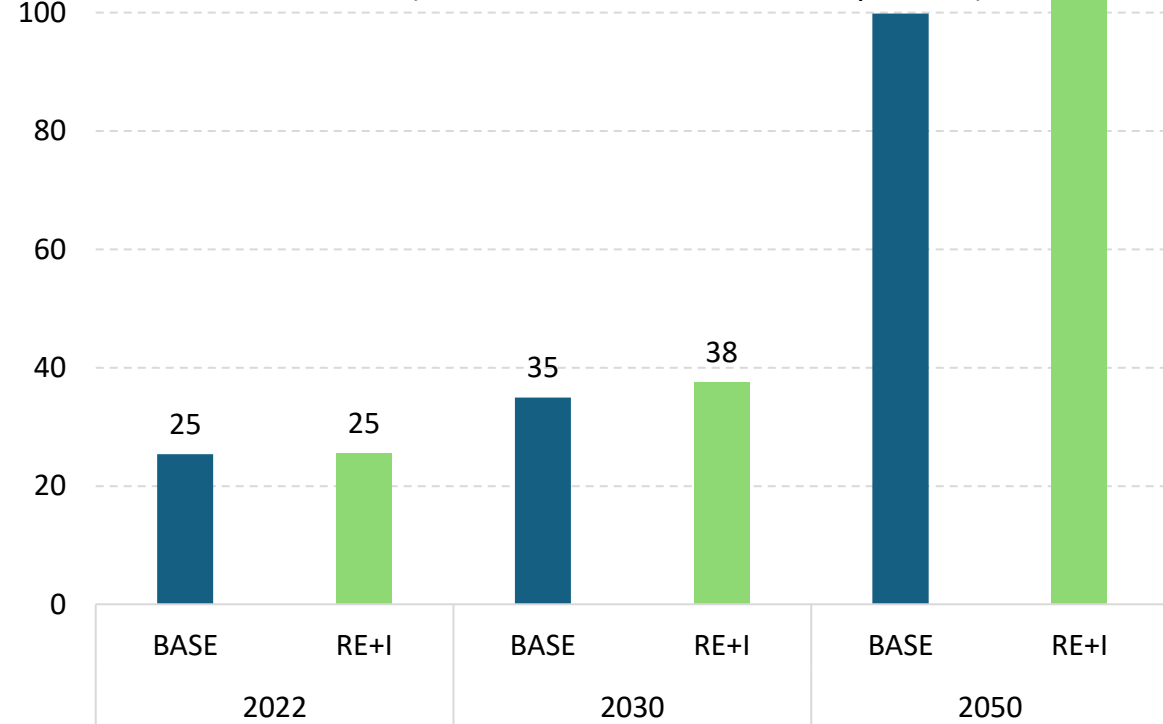
Tecnologías con más inversiones en ALC: solar, eólica y biomasas: ~ 12 mil millones de dólares anuales en 2019

CEPAL estima que las inversiones en América del Sur alcanzaron **25 mil millones de USD** en el año 2022, pero se requiere **114 mil millones de USD** anuales al 2050 (brecha ~75%)

América Latina: Inversión en energías renovables por tecnología
(En miles de millones de USD por año)



América del Sur: Inversión anual requerida Preliminar
(En miles de millones de USD por año)



Pequeña hidroeléctrica Geotermia Biomasa Biocombustibles Eólica Solar

Fuente: Elaboración propia sobre la base e Climatescope, Energy Transition Factbook y BloombergNEF

Fuente: Prospectiva energética de la CEPAL 2030-2050

CEPAL: Impulso inversor para acelerar la Transición Energética

Desterrar los obstáculos existentes al **financiamiento** de energías renovables e industria asociadas, reducir la percepción de riesgo y aumentar la bancabilidad de los proyectos, desarrollando iniciativas innovadoras para el financiamiento de proyectos de generación renovable, pero también en las necesarias **infraestructura de redes de transmisión y distribución**.

Dadas las restricciones fiscales de esta nueva década perdida para la región, hace falta mayor magnitud inversor del sector privado, en un **marco regulatorio** propicio.

Prioridades de inversión:

- **Electrificación y renovables en sectores energéticamente densos y altamente carbónicos (transporte, industrias) y sectores estratégicos (i.e. turismo).**
- **Mantenimiento y expansión de la infraestructura de transmisión y distribución**
- **Fortalecimiento y construcción de interconexión y redes entre país, para aumentar la integración energética regional y asegure la calidad del servicio.**



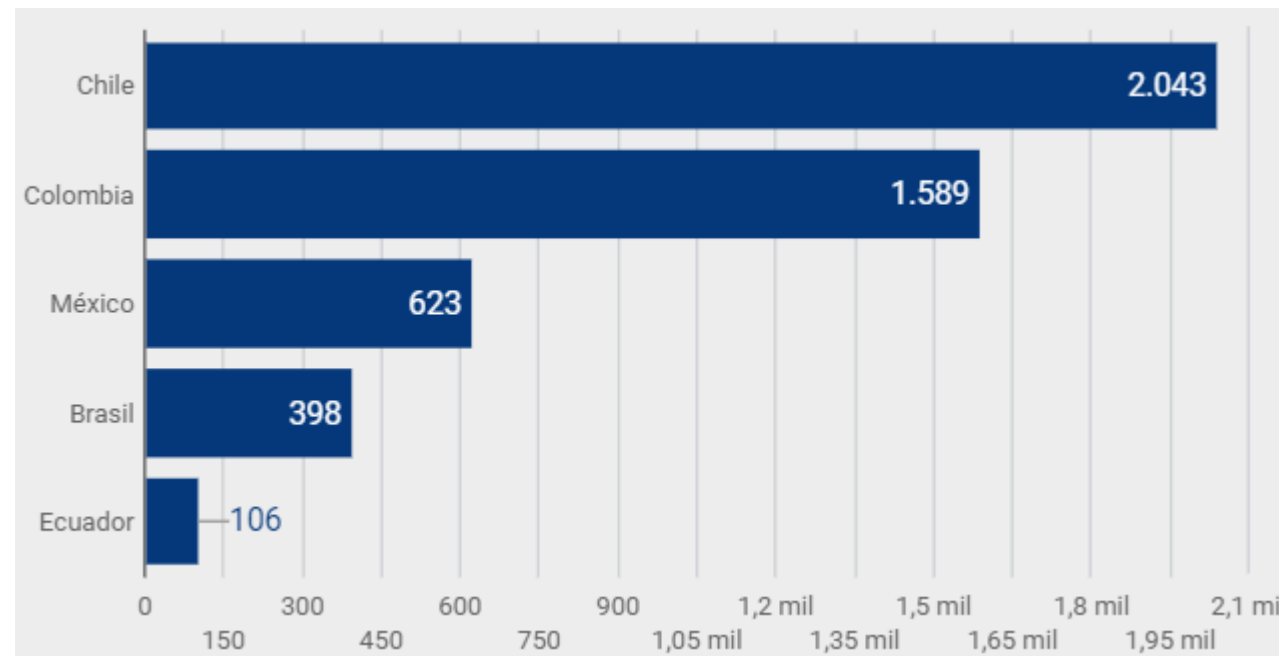
6. Electrificación del transporte y desarrollo del hidrógeno verde

Nuevas industrias asociadas a electromovilidad: A diciembre 2023, circulan 5000 buses eléctricos (6% de la flota en ciudades seleccionadas ALC)

Países con buses eléctricos



Países con mayor cantidad de autobuses eléctricos de la región

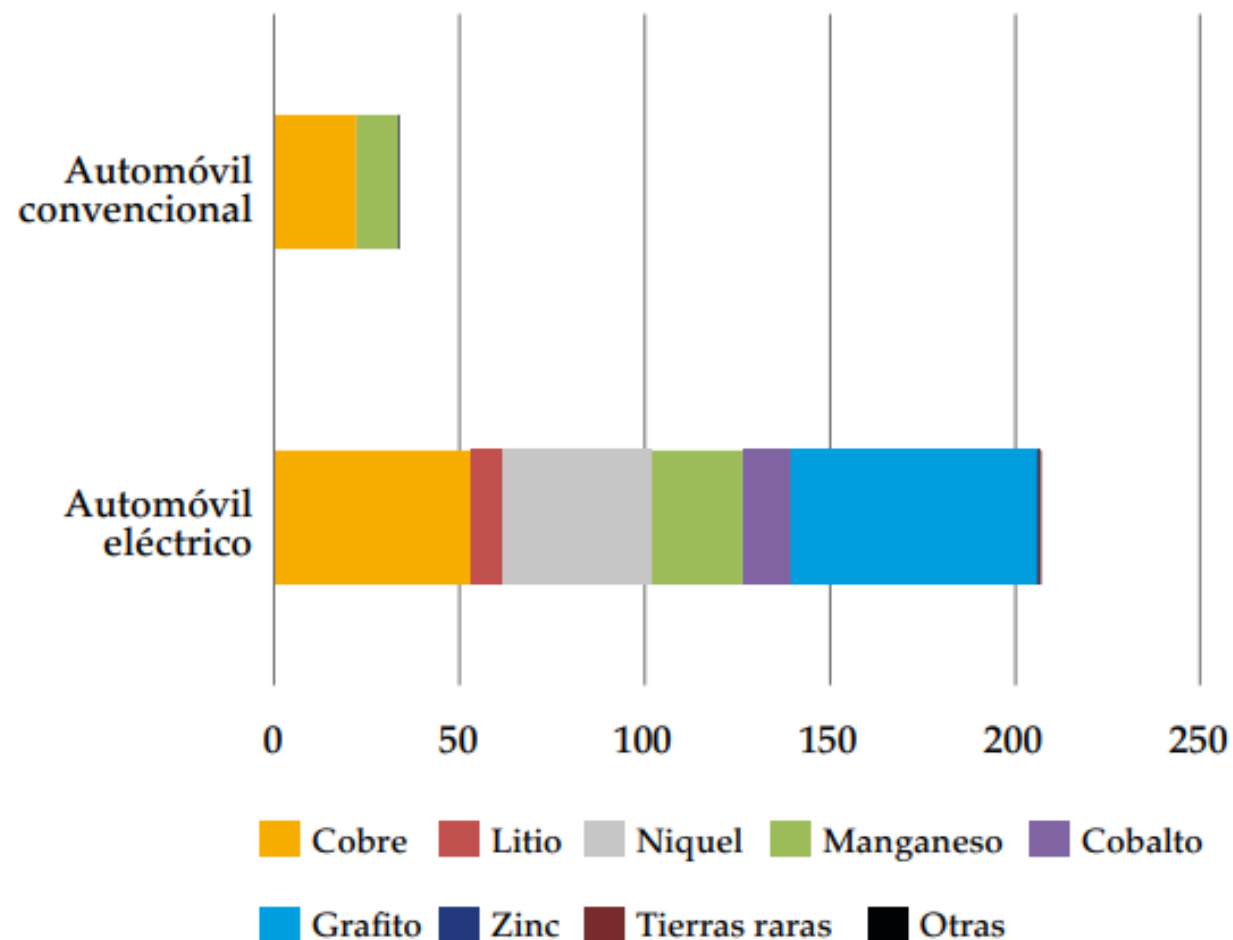


México y Brasil son grandes polos de fabricación y exportación de vehículos: 10% de los vehículos del mundo y alrededor de medio millón de vehículos al mes.

Esta industria emplea en México a 900,000 personas y a más de 500,000 en Brasil.

Fuente: E-Bus RADAR, Buses eléctricos en América Latina <https://www.ebusradar.org/es/> 61

Cantidad y variedad de minerales utilizados en la fabricación de automóviles *(Kilogramo por vehículo)*

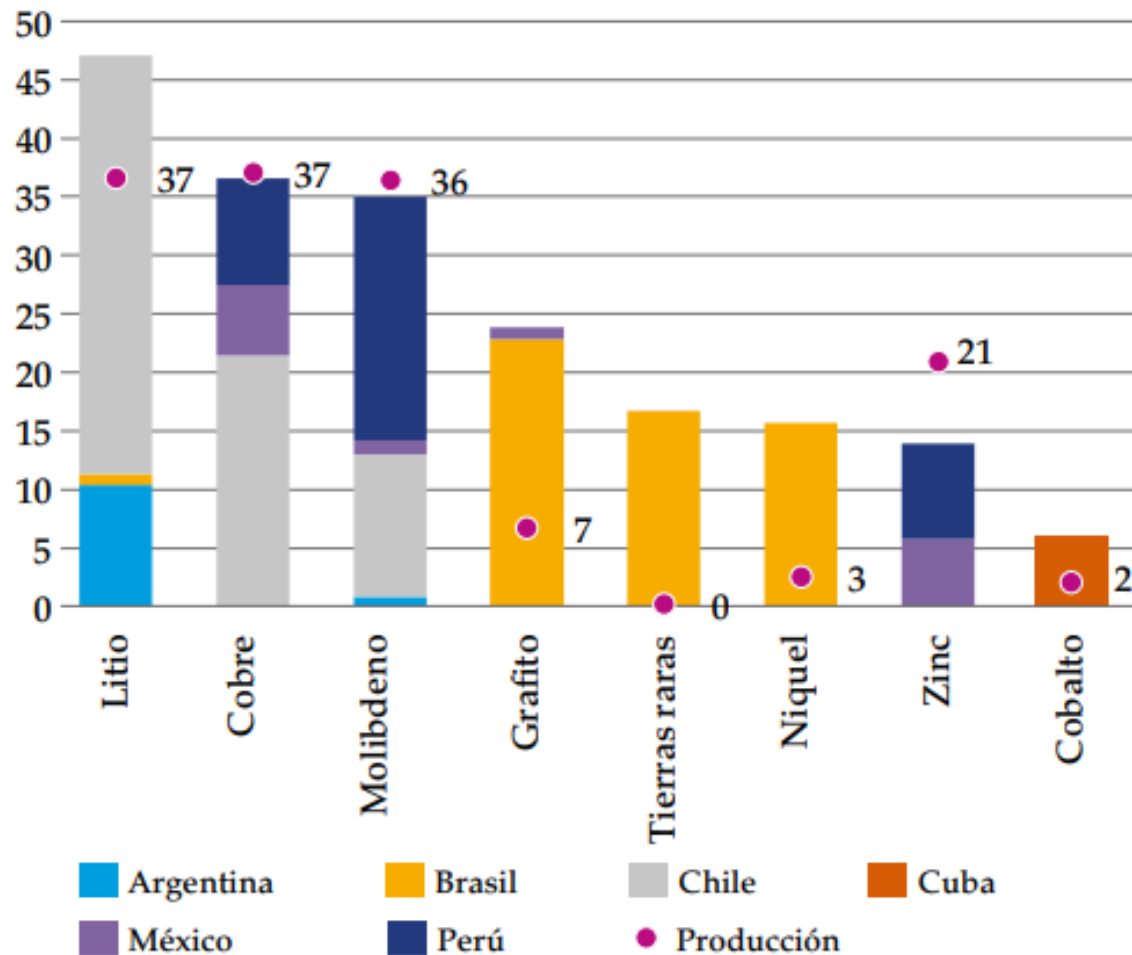


La estimación se basa en datos de reservas de USGS, que incluyen a Chile, Argentina y Brasil. economía, utilizan mayor cantidad y variedad de minerales que las tecnologías convencionales basadas en combustibles fósiles (IEA, 2021).

Este escenario presenta una oportunidad para la cooperación entre ambas regiones.

Fuente: EU-LAC Policy Brief Nro 7 (2024) basado en IEA 2021

Participación de países de América Latina en las reservas y producción global de minerales críticos seleccionados *(En porcentajes)*



América Latina y el Caribe posee una gran riqueza de materias primas críticas para las industrias de la transición:

47% de las reservas mundiales de litio,
37% de cobre,
35% de molibdeno,
24% de grafito natural,
17% de tierras raras y
6% de cobalto

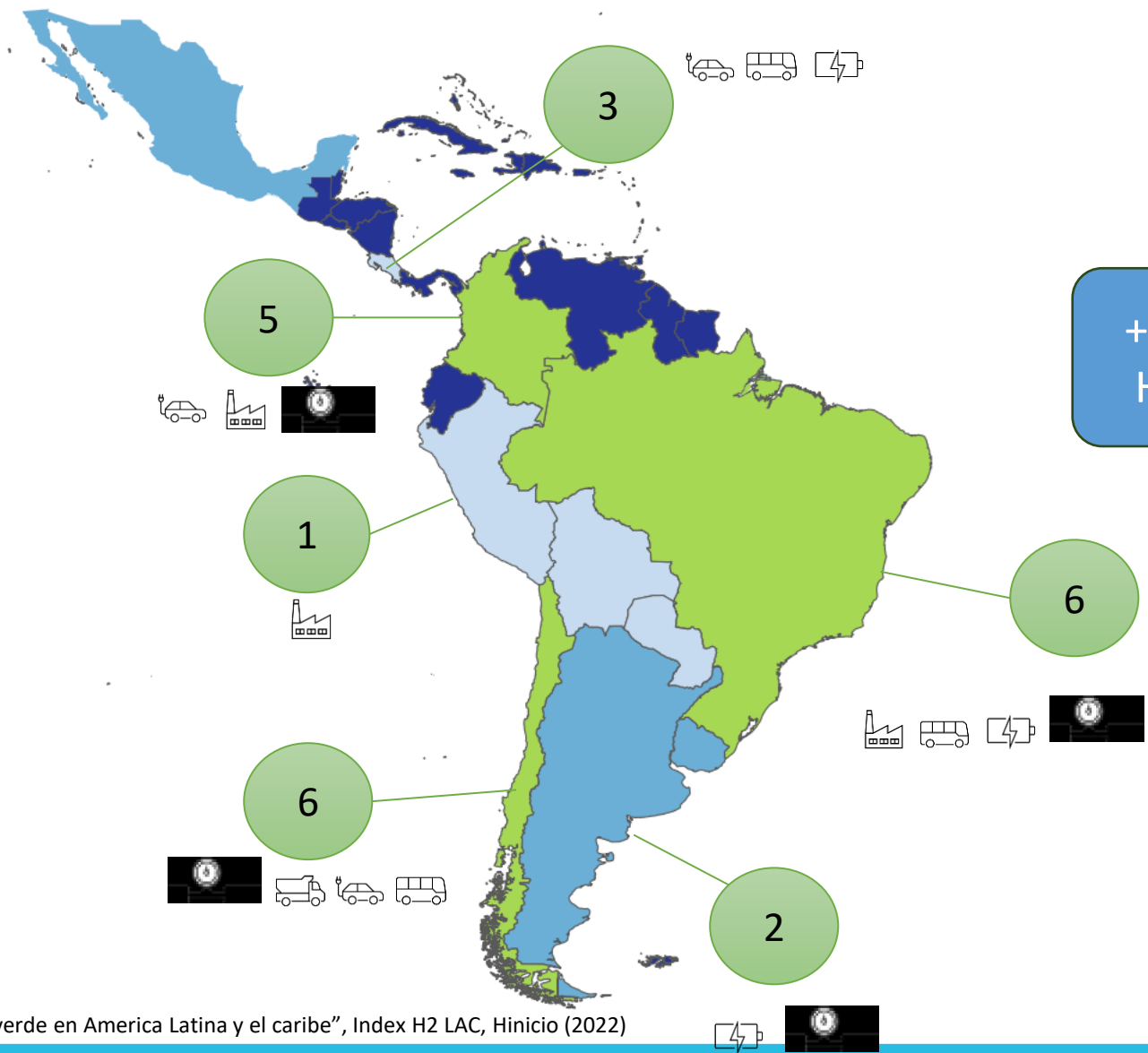
La participación de la región en la producción mundial alcanza el 37% para cobre, litio y molibdeno, siendo de menor relevancia para otros minerales como el grafito o el cobalto.

Ello indica que es necesario mejorar la competitividad de los yacimientos conocidos para impulsar la construcción y puesta en marcha de nuevos proyectos que aumenten la producción.

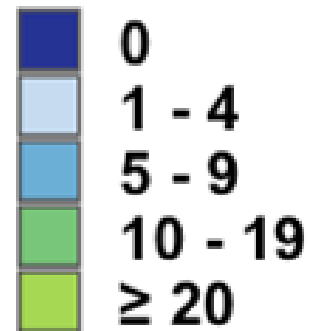
Fuente: EU-LAC Policy Brief Nro 7 (2024) basado en CEPAL 2023

Nuevas industrias: H2V y derivados en ALC crecen proyectos en operación y desarrollo, con mayor número de proyectos en Chile, Brasil y Colombia

23 proyectos H2V en operación



+ de 100 Proyectos H2V en desarrollo



Fuente: "El estado del hidrogeno verde en America Latina y el caribe", Index H2 LAC, Inicio (2022)

PAÍS	PROYECTOS EN OPERACIÓN		PROYECTOS EN DESARROLLO
	Nombre del proyecto	Aplicación o usos del proyecto en operación	Número de proyectos en desarrollo (adicionales)
ARGENTINA	HYCHICO, Comodoro Rivadavia	Inyección a redes de gas natural, generación energía eléctrica	9
	Pico Truncado	Feedstock industrial,	
BRASIL	Fuel Cell Bus Project for Urban Transport	Inyección a red de gas natural, movilidad, generación energía eléctrica	36
	FURNAS/Base Energia Sustentável	Generación energía eléctrica	
	CESP/Base Energia Sustentável (2020-2012)	Inyección a red de gas natural, generación de energía eléctrica	
	Refueling station		
	Itaipu HPP complex [28,	Generación energía eléctrica	
	São Gonzalo do Amarante	Feedstock industrial,	
COLOMBIA	Ecopetrol - Piloto Toyota Mirai	Feedstock industrial, movilidad	22
	Proyecto Piloto Promigas	Inyección a red de gas natural	
	OPEX S.A.S	Movilidad	
	Ecopetrol H2 bus	Movilidad	
	Ecopetrol FC vehicle	Movilidad	
COSTA RICA	Planta experimental de H2 - Ad Astra	Generación energía eléctrica	4
	Proyecto de movilidad de estación de carga de hidrógeno y bus FC - Ad Astra	Movilidad	
	FC cars	Movilidad	
CHILE	Las tórtolas Project Anglo American Hydrogenerator	Movilidad, minería	45
	H2 para grúas horquilla de Walmart	Movilidad	
	Microgrid Cerro Pabellón	Generación energía eléctrica	
	Haru Oni	e-fuels, exportación	
	Mobile green hydrogen plant	Generación energía eléctrica	
	H2GN	Inyección a red de gas natural	
MÉXICO			9
PARAGUAY			4
PERÚ	Industrial Cachimayo	Feedstock industrial	4
URUGUAY			6

Recursos digitales: publicaciones seleccionadas



Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población

Noviembre de 2020 • LC/TS.2020/138



Análisis comparativo de acciones con enfoque del Nexo Agua-Energía-Alimentación: lecciones aprendidas para los países de América Latina y el Caribe

Marzo de 2021 • LC/TS.2021/18



Estudio sobre políticas energéticas para la promoción de las energías renovables en apoyo a la electromovilidad

Diciembre de 2022 • LC/TS.2022/188



Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Panamá, 2020

Diciembre de 2020 • LC/TS.2020/170



Hacia una planificación sostenible para una transición energética justa en América Latina y el Caribe: análisis de mejores prácticas en países seleccionados

Octubre de 2021 • LC/TS.2021/130



El rol de las energías renovables en la electrificación del transporte público y privado de las ciudades de América Latina y el Caribe: impactos, desafíos y oportunidades ambientales

Septiembre de 2022 • LC/TS.2022/125



Contribuciones determinadas a nivel nacional del sector eléctrico en América Latina y el Caribe: análisis de la transición hacia el uso sostenible de las fuentes energéticas

Septiembre de 2020 • LC/TS.2020/110



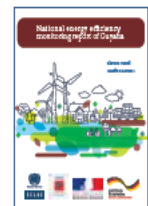
Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe

Septiembre de 2021 • LC/TS.2021/104



Posibles efectos de la electromovilidad en la red eléctrica y su impacto en la adopción de energías renovables: metodología y análisis de caso en la Argentina y el Brasil

Septiembre de 2022 • LC/TS.2022/121



National energy efficiency monitoring report of Guyana

Abril 2020 • LC/TS.2020/27



Informe regional sobre el ODS 7 de sostenibilidad energética en América Latina y el Caribe

Diciembre de 2021 • LC/TS.2021/219



Políticas de atracción de inversiones para el financiamiento de la energía limpia en América Latina

Agosto de 2022 • LC/TS.2022/116



Análisis de las tarifas del sector eléctrico: los efectos del COVID-19 y la integración energética en los casos de la Argentina, Chile, el Ecuador, México y el Uruguay

Diciembre de 2020 • LC/TS.2020/146



Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las energías renovables variables y la integración regional en América Latina y el Caribe

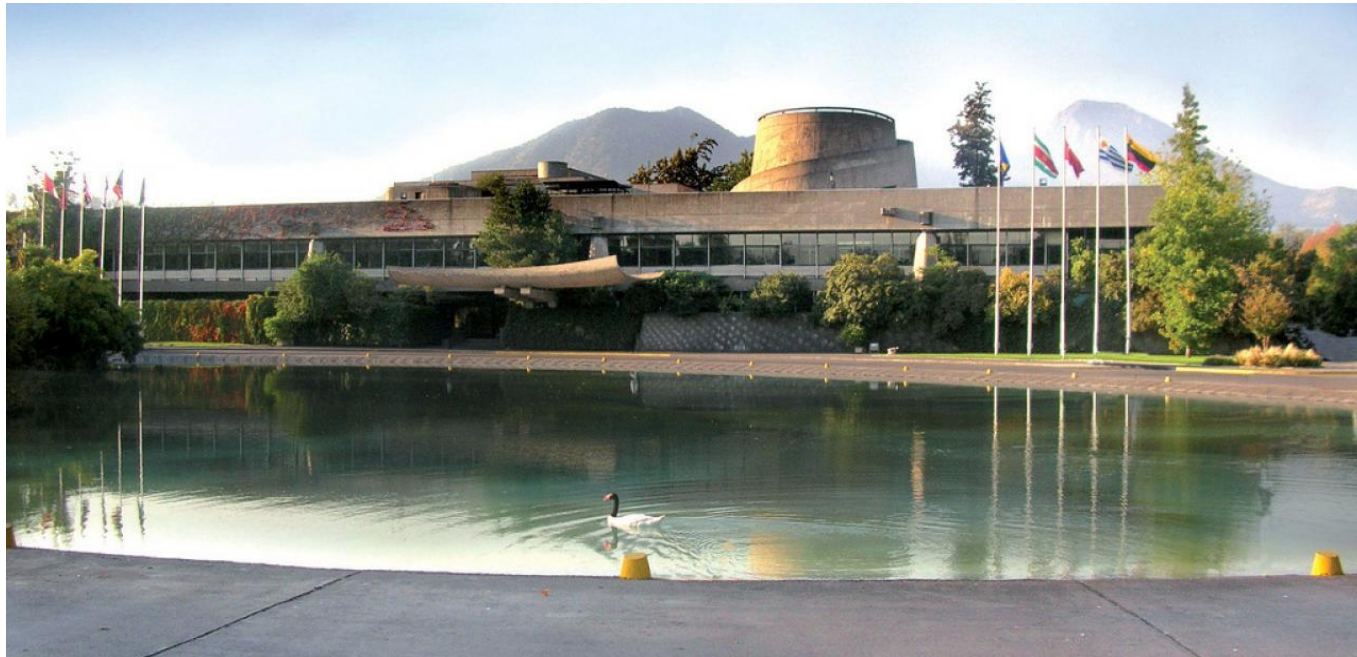
Diciembre de 2021 • LC/TS.2021/147



Tendencias en materia de digitalización del sector eléctrico

Septiembre de 2022 • LC/TS.2022/119





Unidad de Agua y Energía
División de Recursos Naturales
Comisión Económica para América Latina y el Caribe
(CEPAL) Naciones Unidas Tel: +56 2 2210 2000
email: drn@cepal.org
<https://www.cepal.org/es/subtemas/energia>



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org

Gracias por su atención
<https://www.cepal.org/es/subtemas/energia>