



Competitiveness and Sustainable Development Institute

Webinar

MATRIZ ENERGÉTICA SOSTENIBLE PARA EL PERÚ

Dr. Jaime E. Luyo

15 de setiembre del 2022

CONTENIDO

- **Matriz energética sostenible : factores exógenos**
- **Matriz energética peruana actual**
- **La Matriz Eléctrica peruana : impacto de las políticas energéticas en un contexto de integración energética regional**

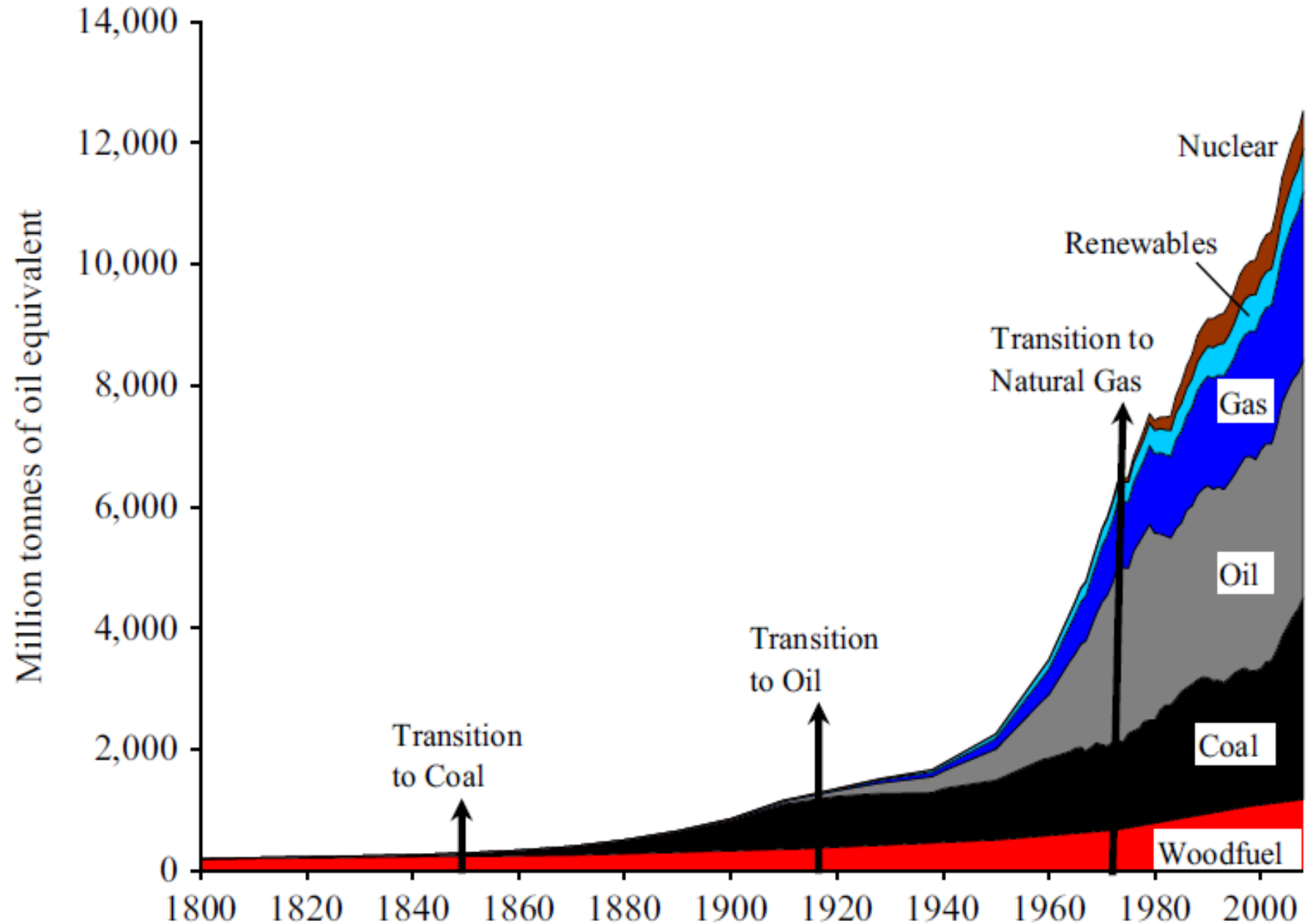
Advertencias y recomendaciones finales

MATRIZ ENERGÉTICA SOSTENIBLE: factores exógenos

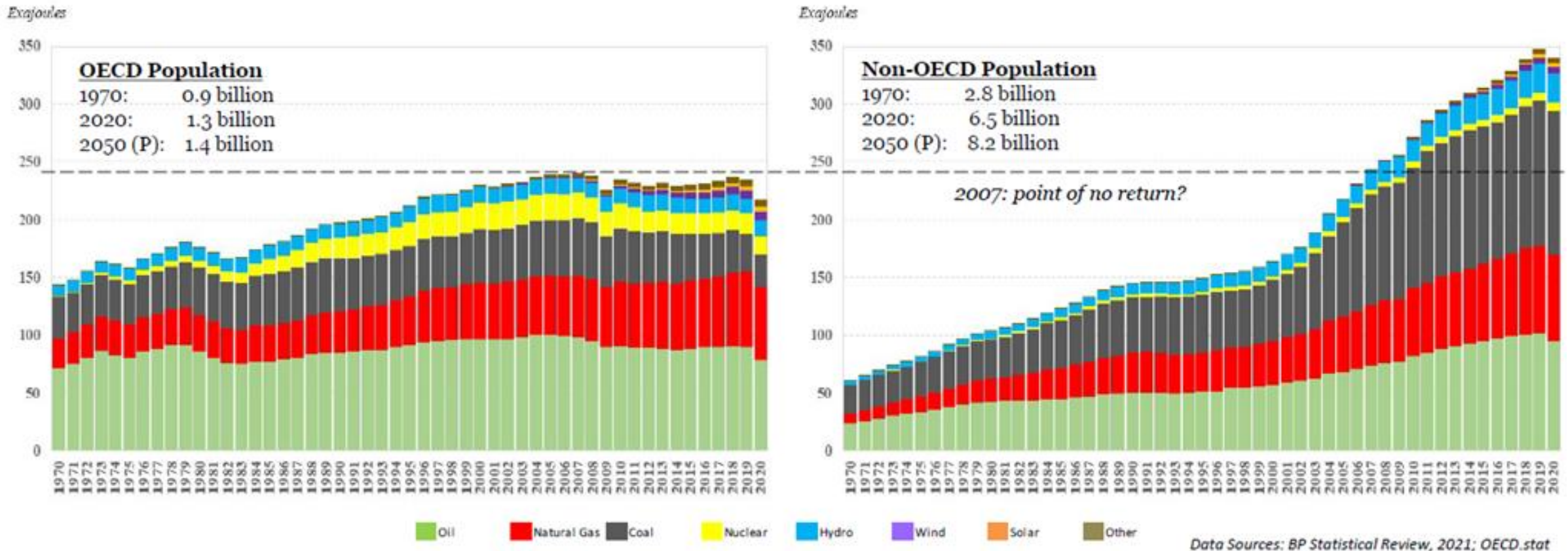
Transición energética en los últimos dos siglos

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 .



Transición energética : complejidad

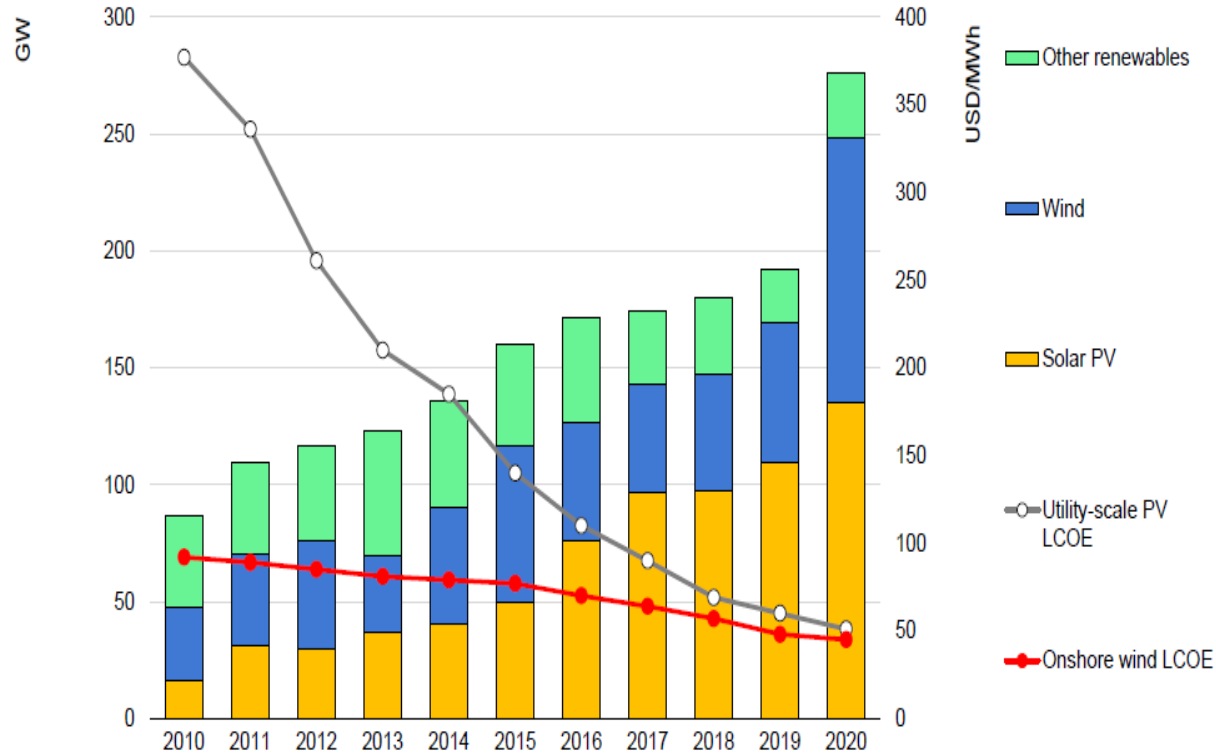


Ref.: Center for Energy Studies, Rice University, april 2022

COMENTARIOS: se observa que en los países desarrollados en las dos últimas décadas el crecimiento del consumo energético se estabilizado (no crece, y la población crecerá muy poco a LP) mientras que, en los países en desarrollo éste ha ido **creciendo acentuadamente** (lo mismo que su población en el CP y LP) sobretodo de fuentes no-renovables contaminantes (hidrocarburos). Los países en desarrollo para **industrializarse** tienen que consumir más energía.

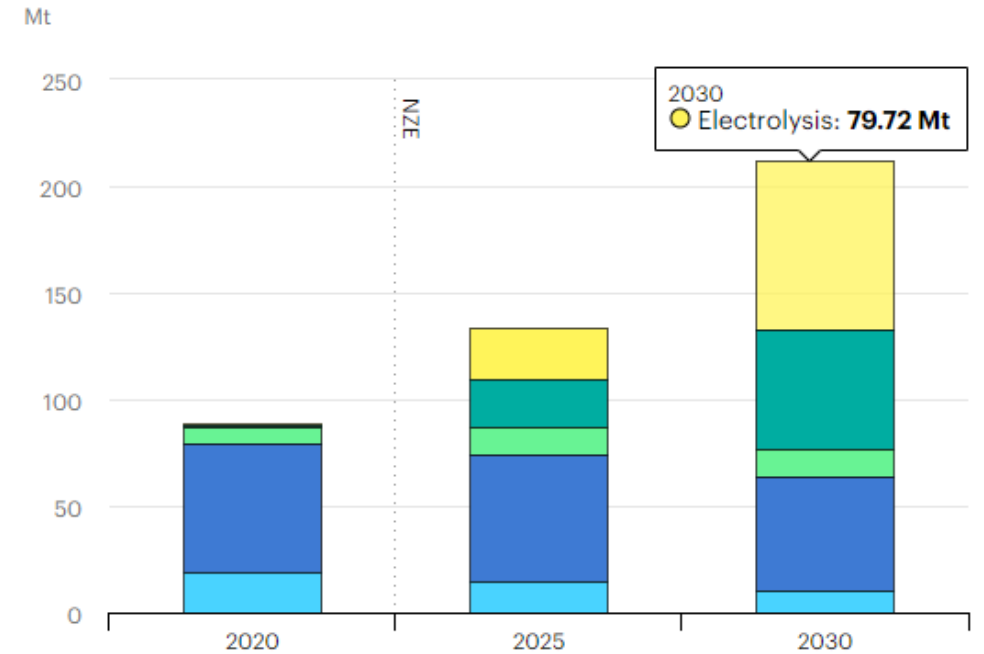
Renovables : Progresión de capacidad y precio

Installed renewable electricity capacity



IEA, april 2022

Global hydrogen demand by production technology in the Net Zero Scenario, 2020-2030



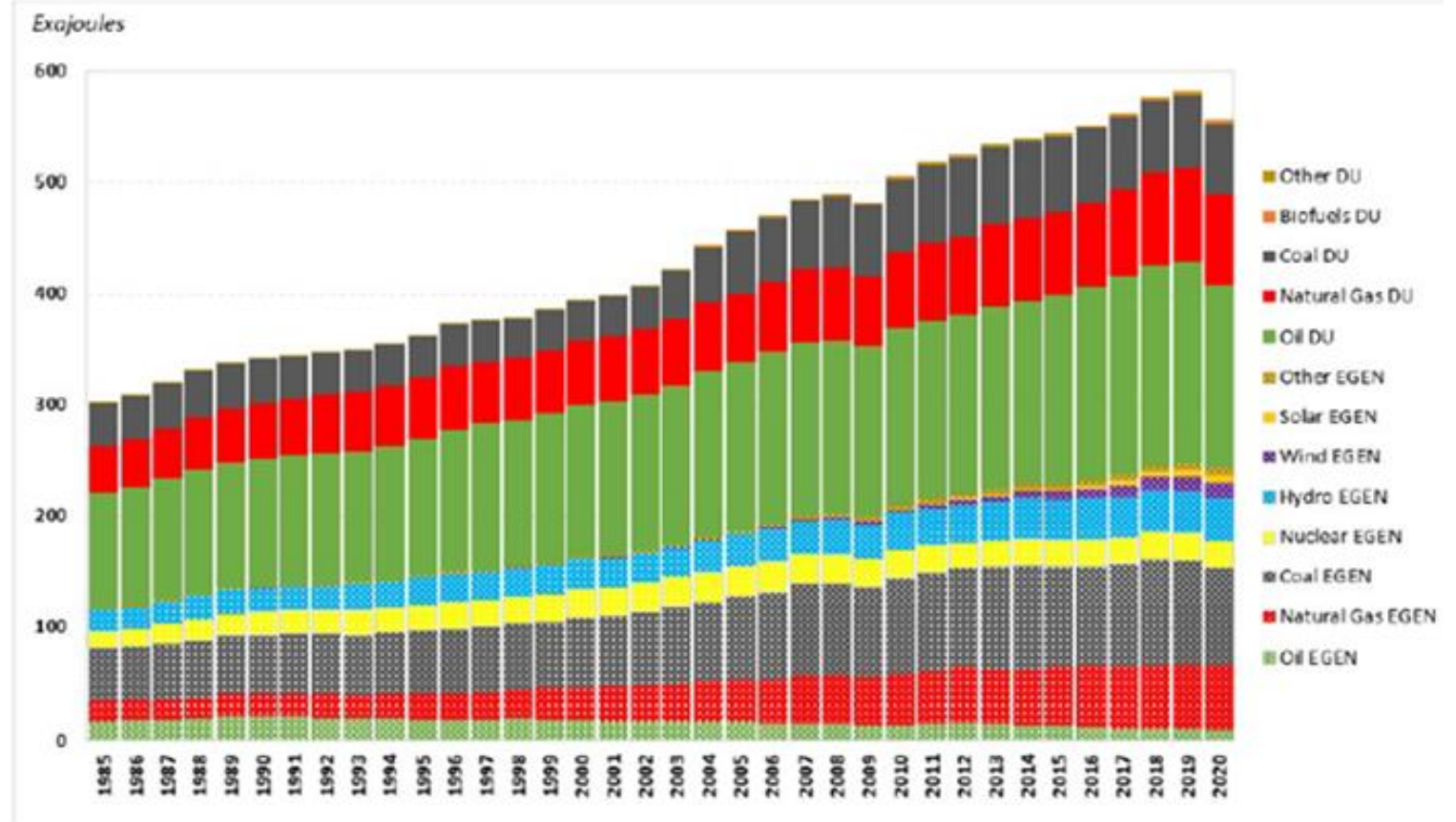
IEA

● By-product in refineries ● Fossil ● Fossil with CCU ● Fossil with CCS ● Electrolysis

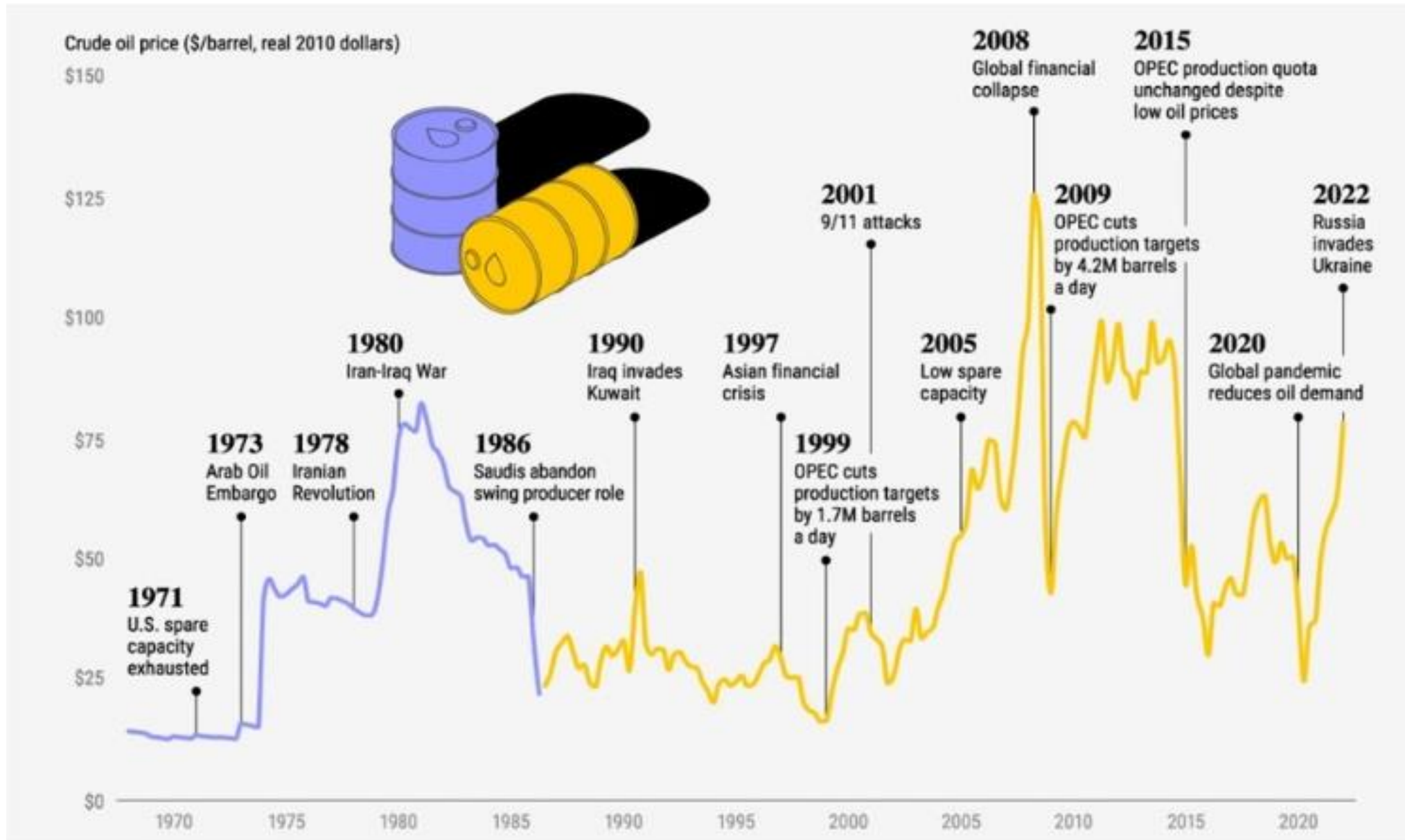
IEA, 2021

TE: la realidad de la escala

- Even with double-digit year-on-year percentage increases for wind and solar over the last 20 years, they are still a relatively small proportion of the total energy mix, 2.5% and 1.4% respectively..
- Reducing hydrocarbon demand is a challenge.
 - Total demand continues to grow. So, incumbent fuels must be displaced, and new demand simultaneously met.
 - Greater electrification is a challenge. Electricity is 43.8% of total energy.
 - With direct combustion and use, hydrocarbons remain prominent, accounting for 98.8% of all non-electric applications.



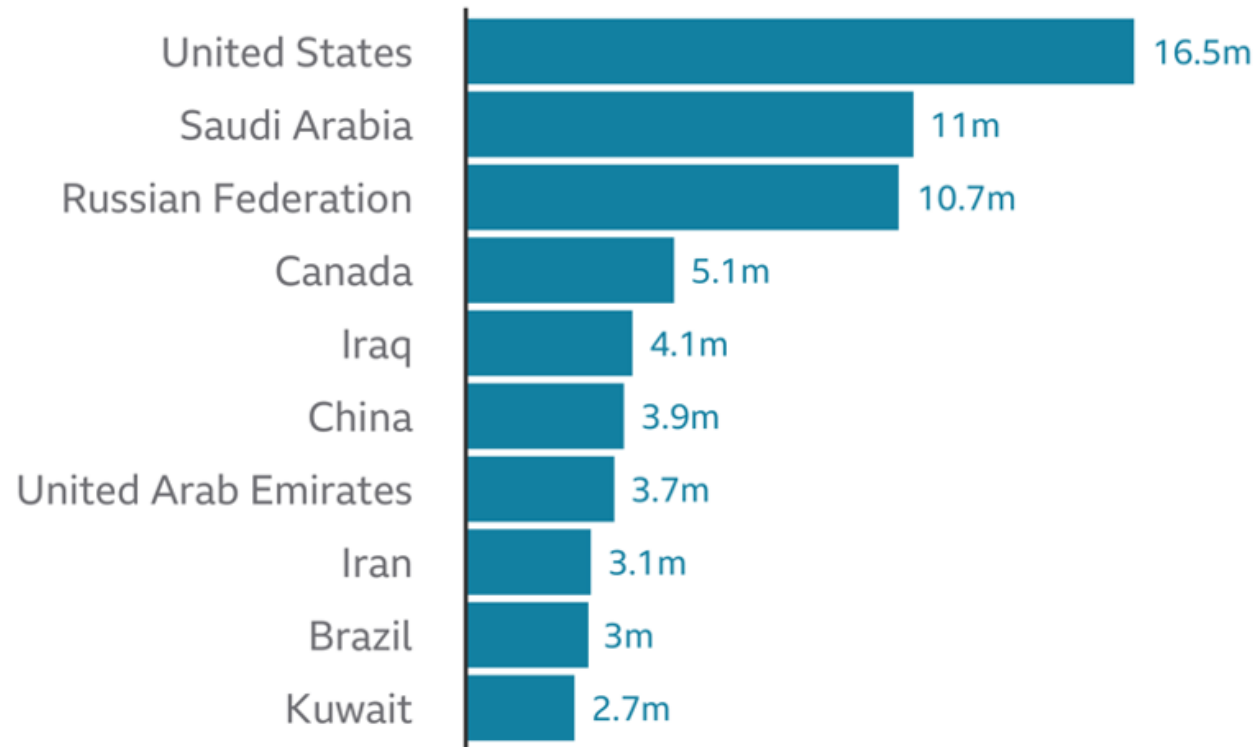
La volatilidad del precio del petróleo



Factores de la guerra Rusia-Ucrania que afectan LAC

Top 10 oil producers

Countries by million of barrels produced in a day



Source: BBC/Bloomberg, 2020

Wheat, maize, barley and rice price indexes

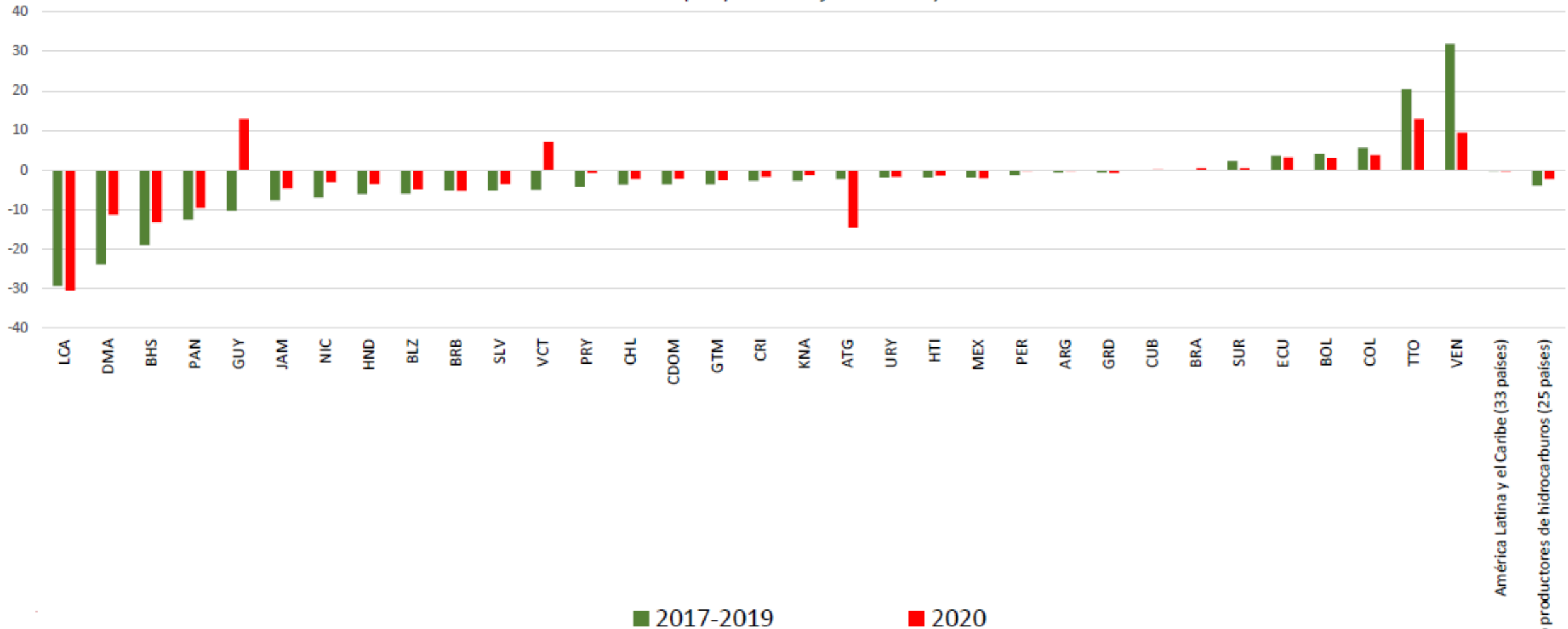
100 = price at February 1, 2022



Source: International grain council, from feb. 01 to march 08

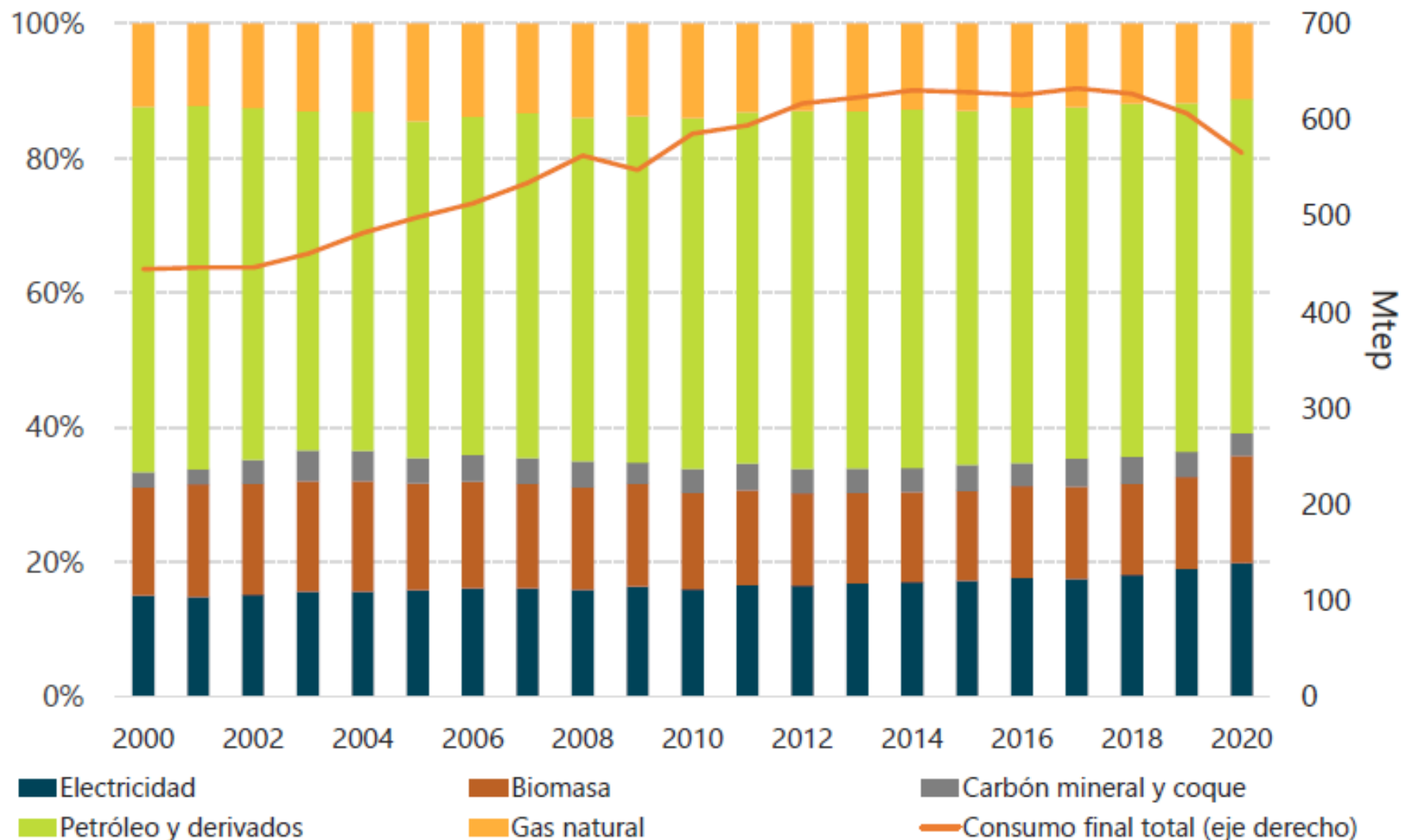
LAC podría ser autosuficiente en un comercio interno de comb. fósiles

Saldo comercial externo de combustibles fósiles, 2017-2019 y 2020
(En porcentajes del PIB)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de los bancos centrales de los países.

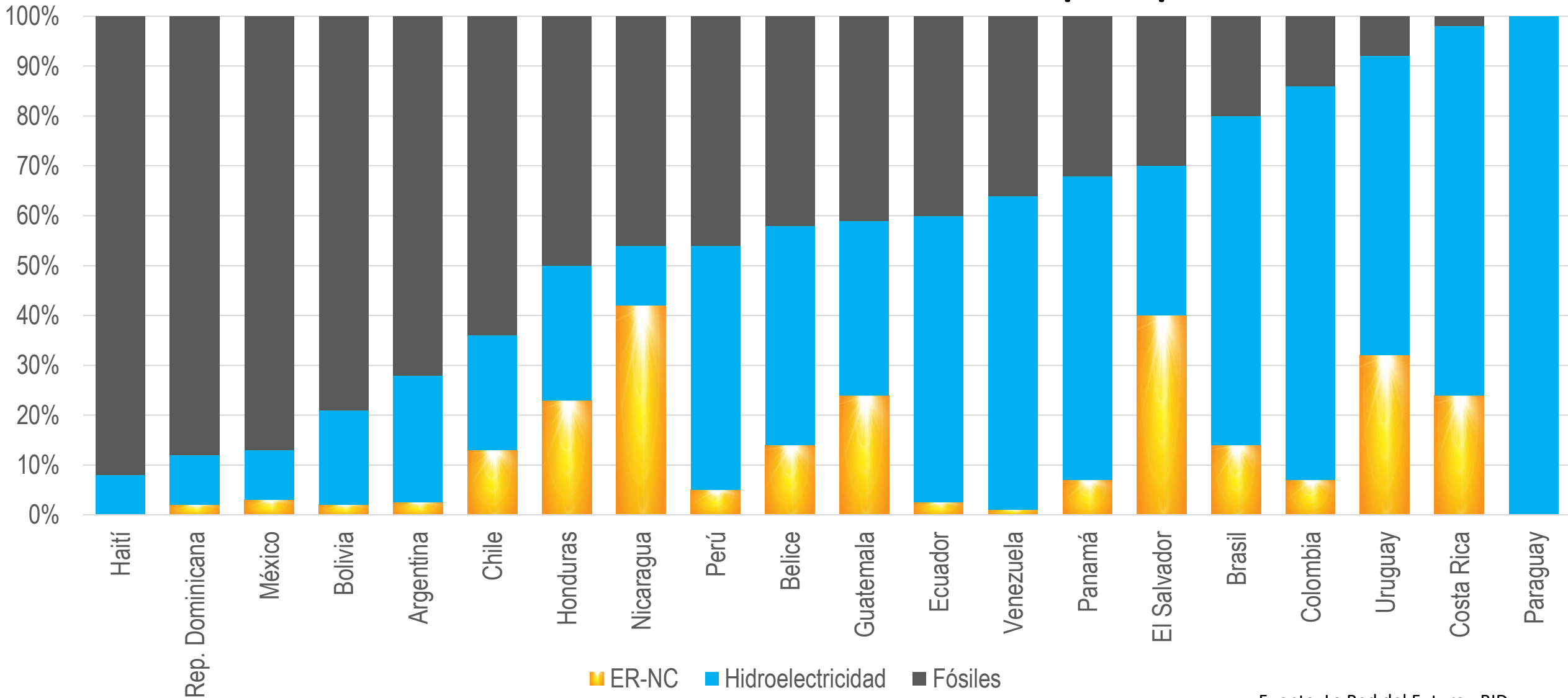
Consumo final de energía por fuente ALC



Fuente: OLADE, 2021

COMENTARIOS: se observa que un **70%** son hidrocarburos (55% petróleo y derivados, 12% GN), sin considerar la producción eléctrica a GN.

Matriz Eléctrica de Oferta por país



Fuente: La Red del Futuro - BID

COMENTARIOS : la matriz eléctrica de Sudamérica es la más “limpia” a nivel mundial. Pero, el componente hidroeléctrico se está reduciendo en la última década y reemplazado por solar y eólico, debido al Cambio Climático y la Transición Energética.

Nueva Geopolítica de la Energía

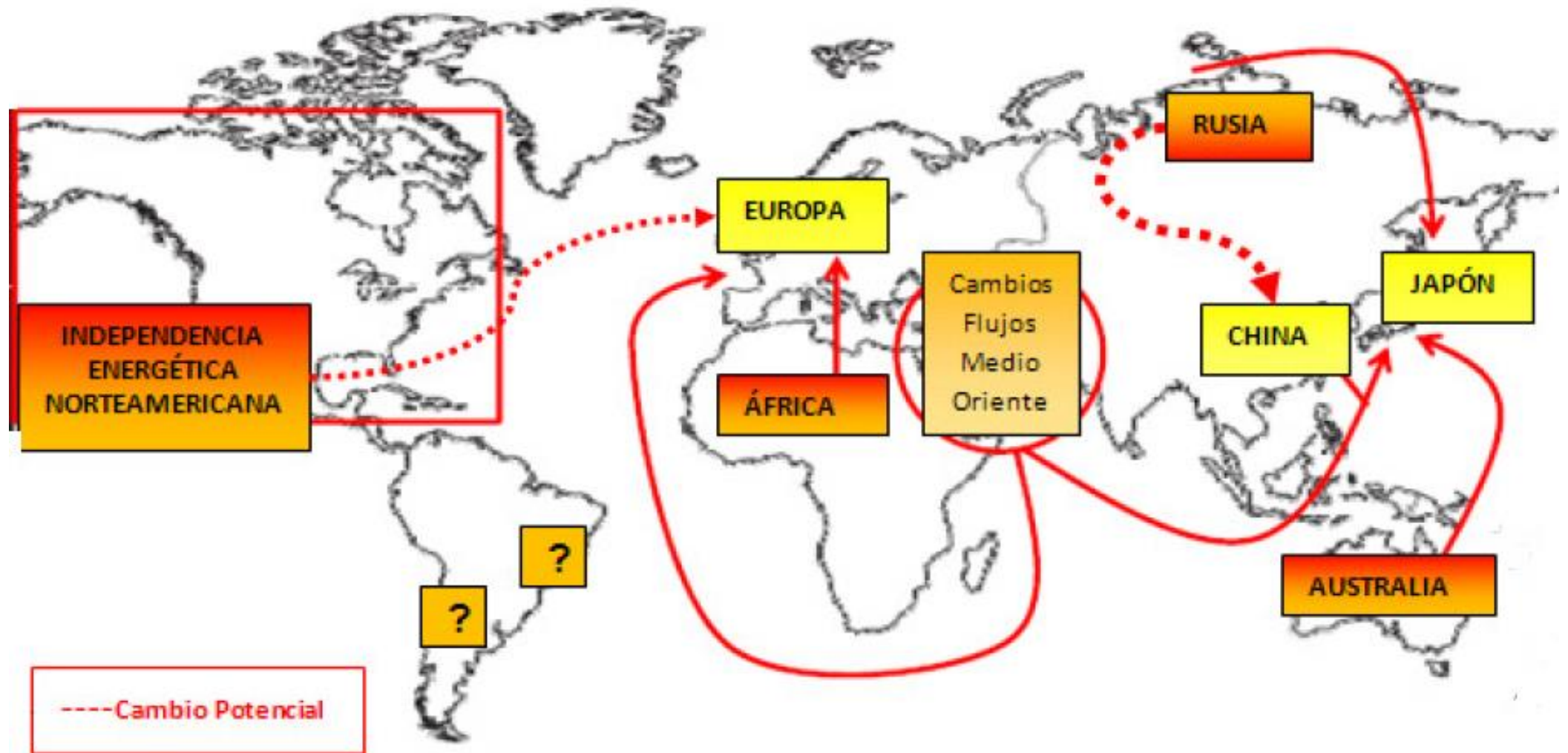
(enfocada en hidrocarburos)

Características	Geopolítica de la Energía	Nueva Geopolítica de la Energía/Nueva Geopolítica del Gas	Características	Geopolítica de la Energía	Nueva Geopolítica de la Energía/Nueva Geopolítica del Gas
ESCALA TEMPORAL	Siglo XX y 1ª Década del Siglo XXI	<u>2ª Década</u> del Siglo XXI	CONSECUENCIAS AMBIENTALES	Petróleo más contaminante que el gas pero menos que el carbón. <u>Derrames</u> como principal amenaza.	Gas es el <u>menos contaminante</u> de los hidrocarburos, favorece al ambiente. Dudas sobre posibles efectos ambientales en la producción de recursos no convencionales.
RECURSO DOMINANTE	<u>Petróleo</u> y otros recursos naturales convencionales (gas, carbón)	<u>Gas natural</u> convencional y no convencional (<i>shale gas</i>) y otros recursos naturales no convencionales (<i>shale oil, tight gas, tight oil, coal bed methane</i>)	CONSECUENCIAS ECONÓMICAS	<u>Impacto</u> del precio del petróleo en el <u>PBI</u> de los países productores y consumidores. <u>Precio del petróleo es global</u> y fijado por la <u>OPEP</u> .	<u>Impacto del precio del gas variable</u> en función del grado de desarrollo tecnológico de cada país. <u>No tiene un precio único</u> . Gas en <u>EEUU</u> a precios 4 a 6 veces inferiores a <u>Europa</u> y <u>Asia</u> que le otorga ventajas en su producción. <u>Los mercados del gas son regionales</u> y no globales.
CONCEPTO DE RECURSO	Recurso como <u>concepto estático</u> . (sin considerar diferencias entre sociedades en el mismo momento histórico)	Recurso como <u>concepto dinámico</u> relativo a la situación de desarrollo tecnológico y económico de cada sociedad en el mismo momento histórico.	CONSECUENCIAS POLÍTICAS	Uso de los recursos naturales en función de <u>decisiones políticas</u> de <u>obstaculizar</u> o <u>favorecer</u> el desarrollo de otros países consumidores. "Diplomacia del petróleo"	Uso de los recursos naturales en función de <u>decisiones políticas</u> caracterizadas por una <u>mayor presencia del Estado</u> y <u>nacionalismo</u> de recursos. <u>Conflicto Geopolítica vs Política interna</u> (EEUU uso del <i>shale gas</i> como GNL y exportarlo como <u>contrapeso</u> de la dependencia de Europa del gas ruso o para desarrollo ind. <u>Petroquímica propia</u>)

Ref: A.DEL VALLE GUERRERO, Tesis doctoral, Univ. Nacional del Sur, Argentina, 2016

COMENTARIOS : el proceso de sustitución gradual del consumo del petróleo por el gas en las 3 últimas décadas, ha empoderado a los productores gasíferos; también por impulso de las políticas contra *el Cambio Climático* (recientemente la UE ha declarado al GN y energía nuclear como "limpias", debido a la guerra Rusia-Ucrania).

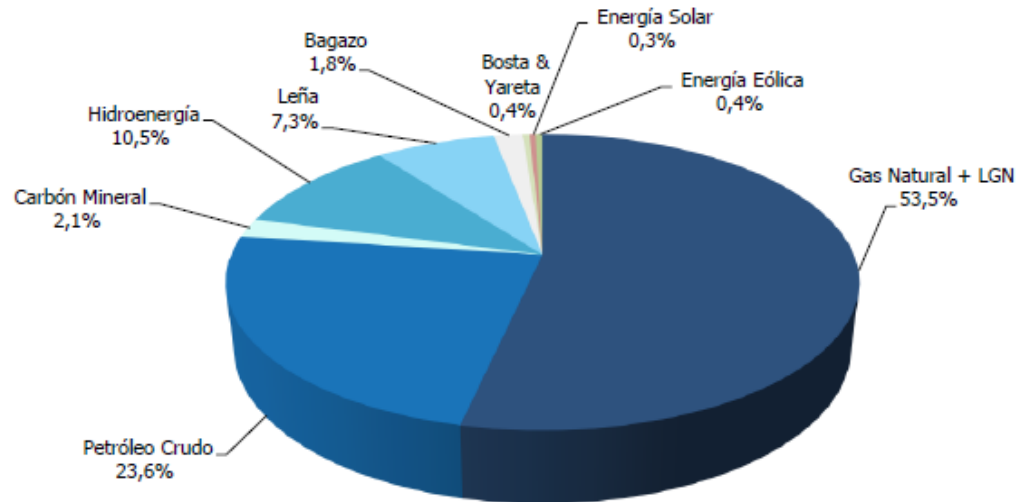
Cambios en el flujo energético a partir del 2022



MATRIZ ENERGÉTICA PERUANA ACTUAL

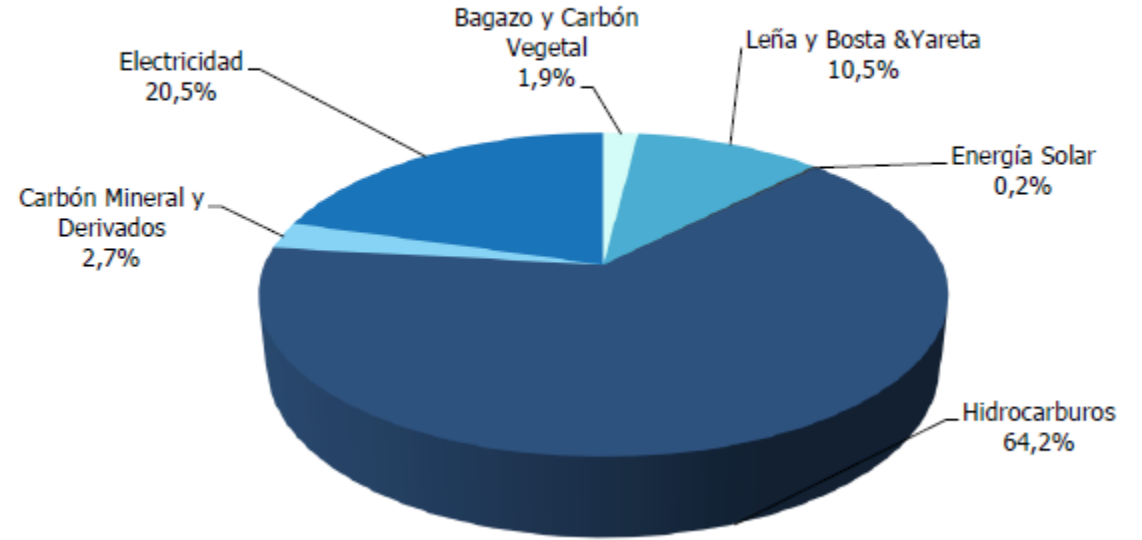
Matriz de Oferta y de Demanda Final

PARTICIPACIÓN DE LAS FUENTES EN LA OFERTA INTERNA BRUTA DE ENERGÍA PRIMARIA 2019



TOTAL : 1 342 272,7 TJ

PARTICIPACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA EN EL CONSUMO FINAL NACIONAL 2019

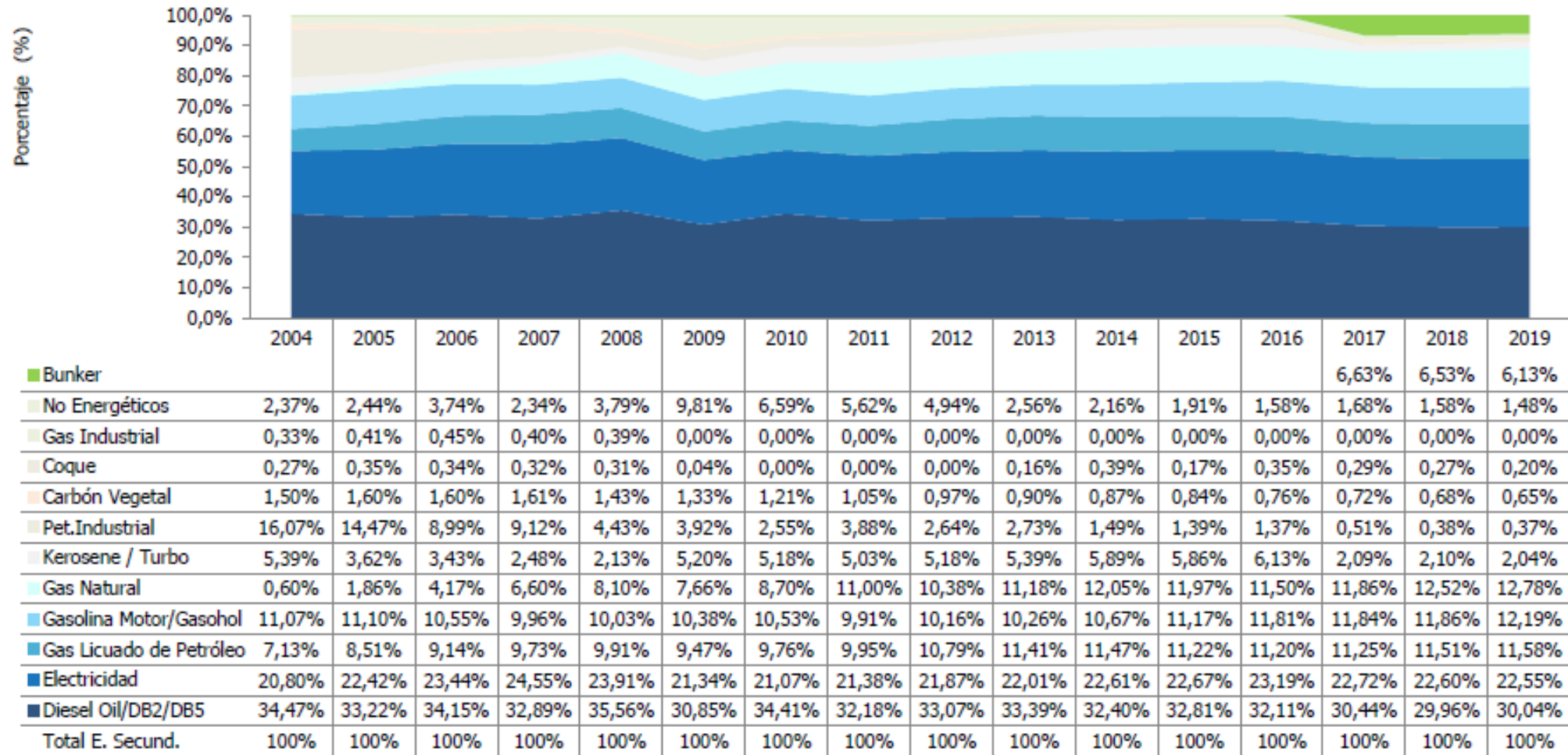


TOTAL: 873 011 TJ

BNE 2019. MINEM, abril 2021

COMENTARIOS: casi el **80% de la oferta** está conformada por hidrocarburos (del cual GN y LGN es el 53%); y las fuentes renovables solo representan aprox. **el 11%** (con 10.5% en hidroenergía). En el lado de la demanda final, los hidrocarburos representan el **64.2%** y la electricidad el **20,5%** (del cual cerca del 45% es generada por GN), y la energía solar **0.2 %**.

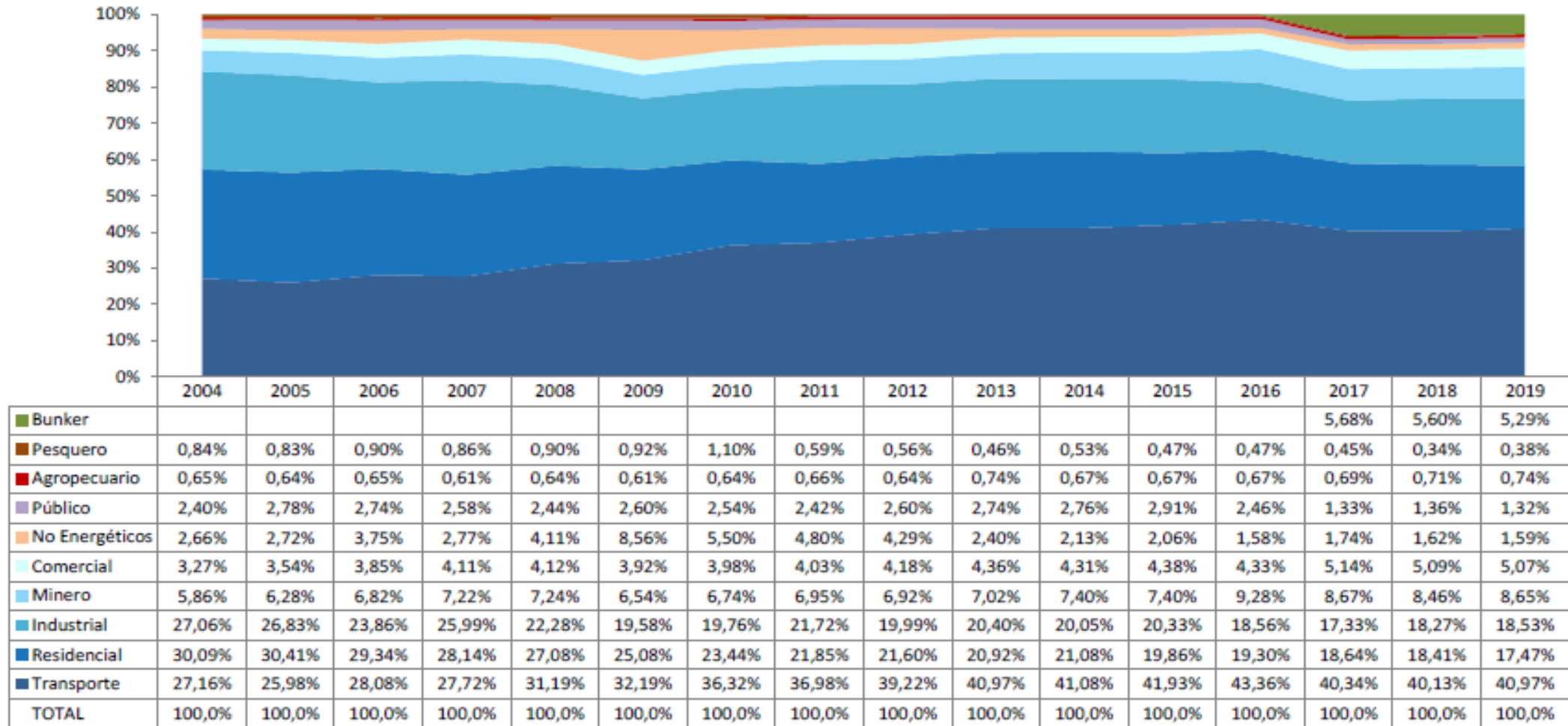
EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE FUENTES SECUNDARIAS EN EL CONSUMO FINAL



BNE 2019. MINEM, abril 2021

COMENTARIOS: la participación del Diesel Oil/DB2/DB5 se han mantenido aprox. el **30%** en los últimos 15 años; la gasolina alrededor del **11%**; el GN ha aumentado en el orden de **20 veces**, la electricidad se ha mantenido alrededor el **21%**.

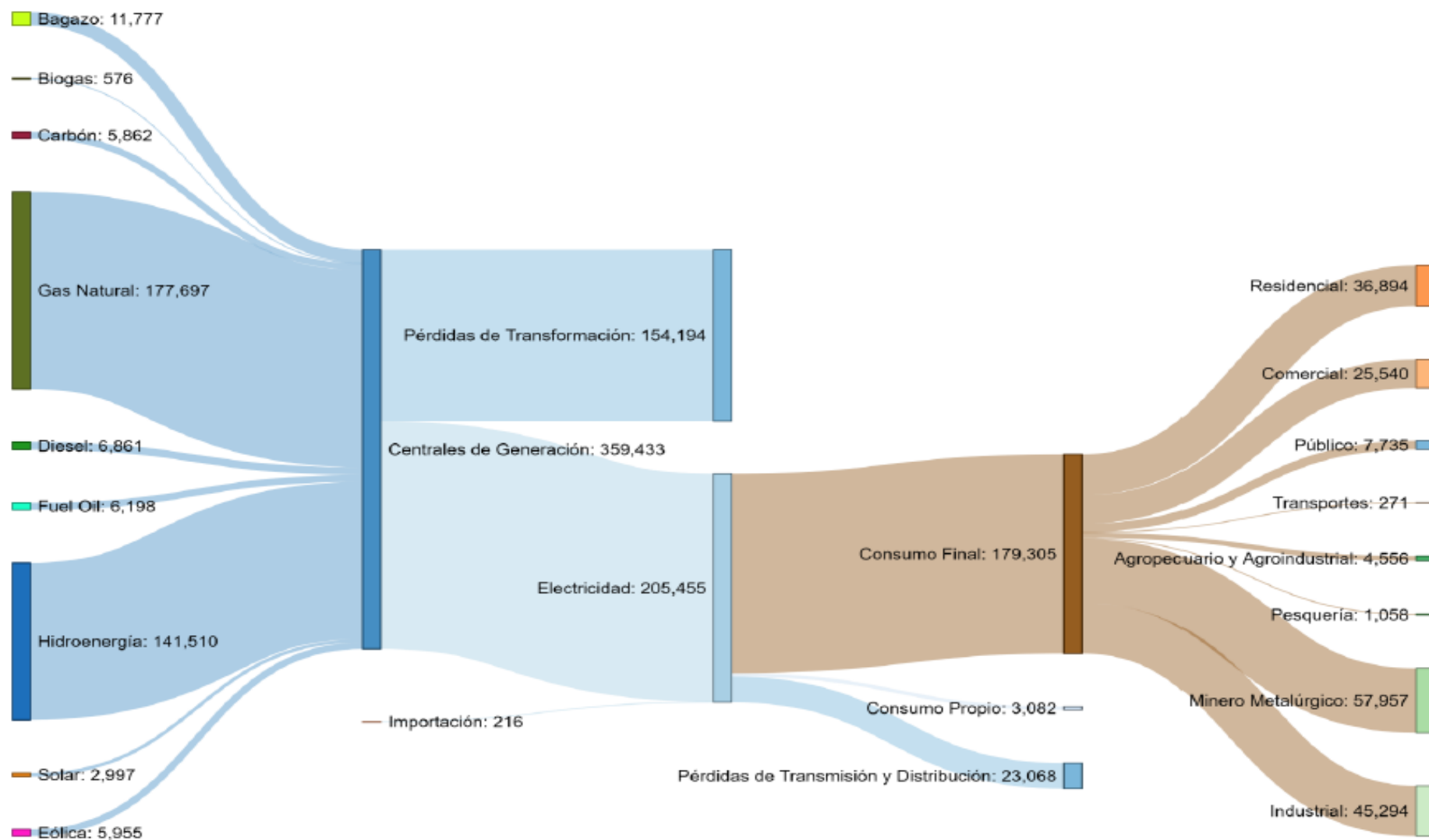
EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN POR SECTORES EN EL CONSUMO FINAL



BNE 2019. MINEM, abril 2021

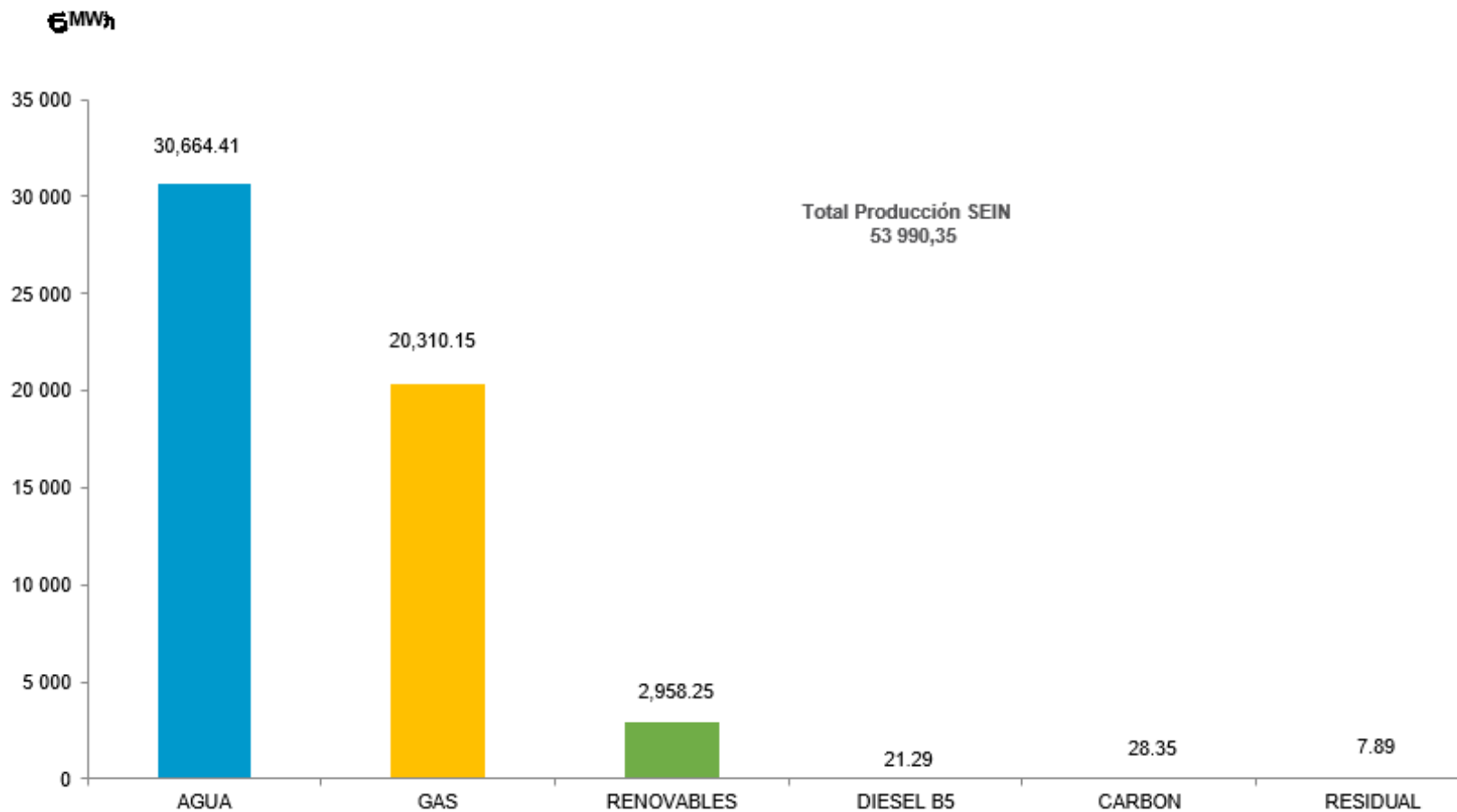
COMENTARIOS: el consumo energético del sector transporte ha aumentado más **del 50%** en el periodo 2004-2019 ; el minero y el comercial han subido cerca del **50%**; el residencial y el público se han reducido casi el **50%** . Pero, con relación al consumo energético total , el sector transporte consume el **41%** ; le sigue el industrial con el **18.53 %** y el residencial con el **17.47%**.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA: 2019
(UNIDAD: TJ)



COMENTARIO: el **50%** de la oferta interna bruta llega al consumo final total

PRODUCCION DE ENERGIA POR TIPO DE RECURSO ENERGETICO DE LA PRODUCCION DEL SEIN – 2021



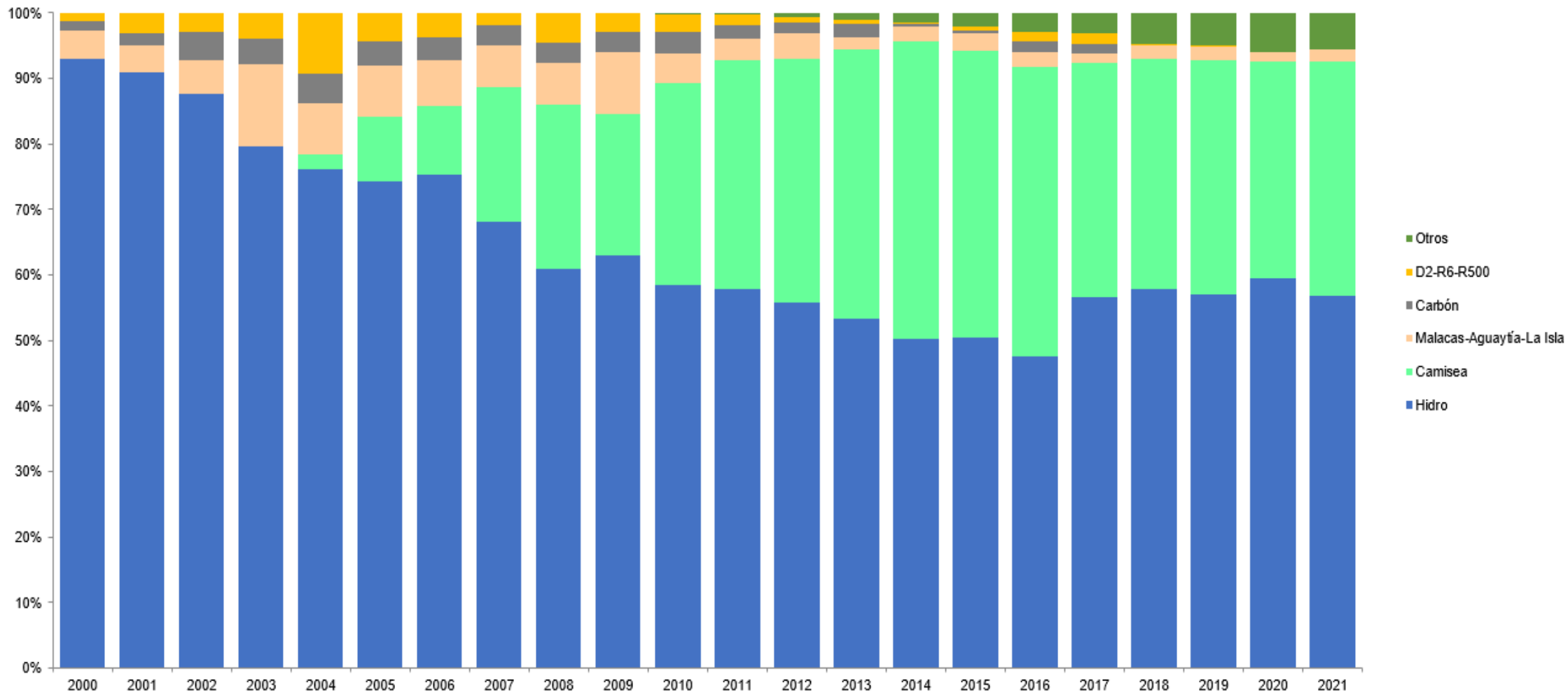
Fuente: COES, 2022

POR TIPO DE GENERACIÓN - 2021		
TIPO	ENERGÍA (GW.h)	PARTICIPACIÓN (%)
HIDROELÉCTRICA	30,664.41	56.80
TERMOELÉCTRICA	20,723.38	38.38
SOLAR	801.92	1.49
EÓLICO	1,800.64	3.34
TOTAL	53,990.35	100.00

COMENTARIOS: la producción de electricidad : hidroeléctrica (**60%**) y la termoeléctrica a GN (**40%**) aproximadamente y, la de RER-NC , diésel y carbón son marginales.

EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
2000 - 2021

Participación (%)




Fuente: COES, 2022

COMENTARIOS: a partir de la llegada del GN de Camisea al City Gate en Lima en el 2004, la participación de la generación termoeléctrica creció notablemente, no ha sucedido lo mismo con la participación de los RER-NC, que no seguido la tendencia internacional . Se espera que esta situación cambie en cumplimiento de acuerdos internacionales sobre el Cambio Climático.

LA MATRIZ ELÉCTRICA PERUANA : impacto de las políticas energéticas en un contexto de integración energética regional

Barreras a la Integración energética

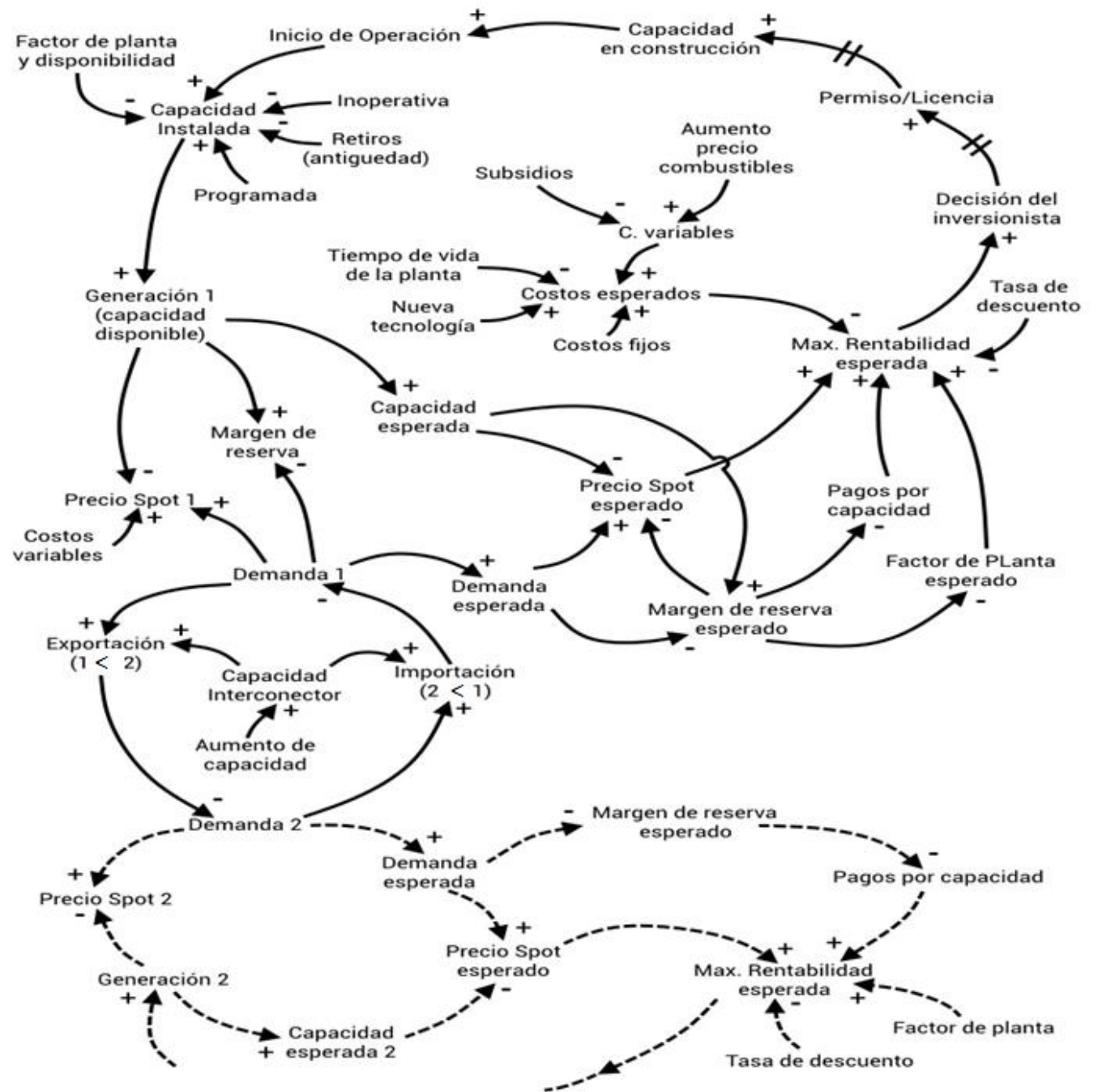
- 
- Políticas energéticas diferenciadas
 - Garantía de seguridad del sistema en el corto plazo
 - Autosuficiencia en el largo plazo para cubrir el crecimiento de la demanda eléctrica nacional (no contemplan interconexiones)

- Normativas y Marco Regulatorio específicos en cada país
- Distribución desequilibrada de los beneficios
- Diseño de los mercados eléctricos diferentes (pool, bolsa)

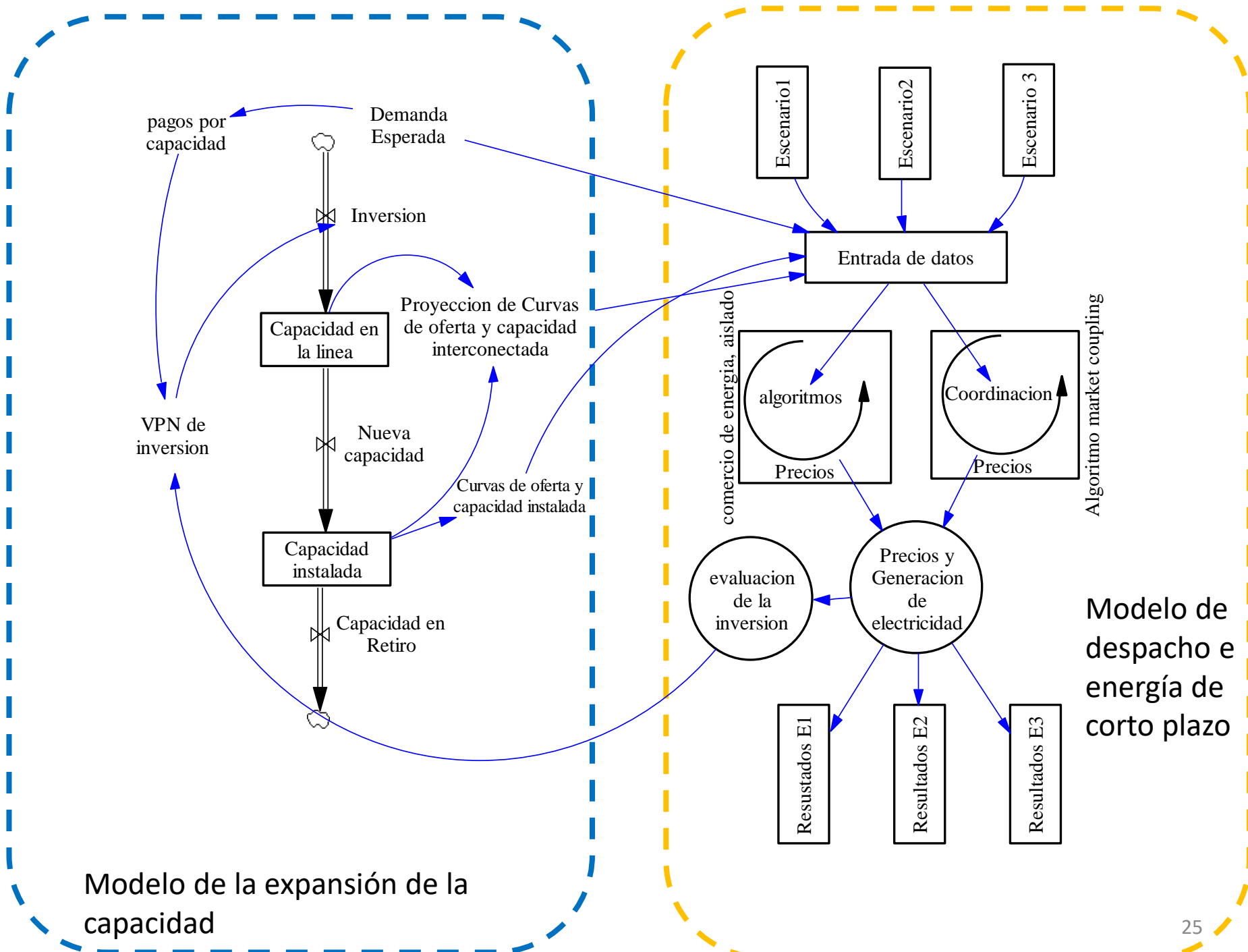
- ¡las barreras técnicas no son las más frecuentes ni las más difíciles de superar!

Planificación energética dinámica: Modelado

Diagrama de causalidad de mercados transfronterizos de electricidad



Esquema metodológico



Interconexión Eléctrica Perú - Ecuador

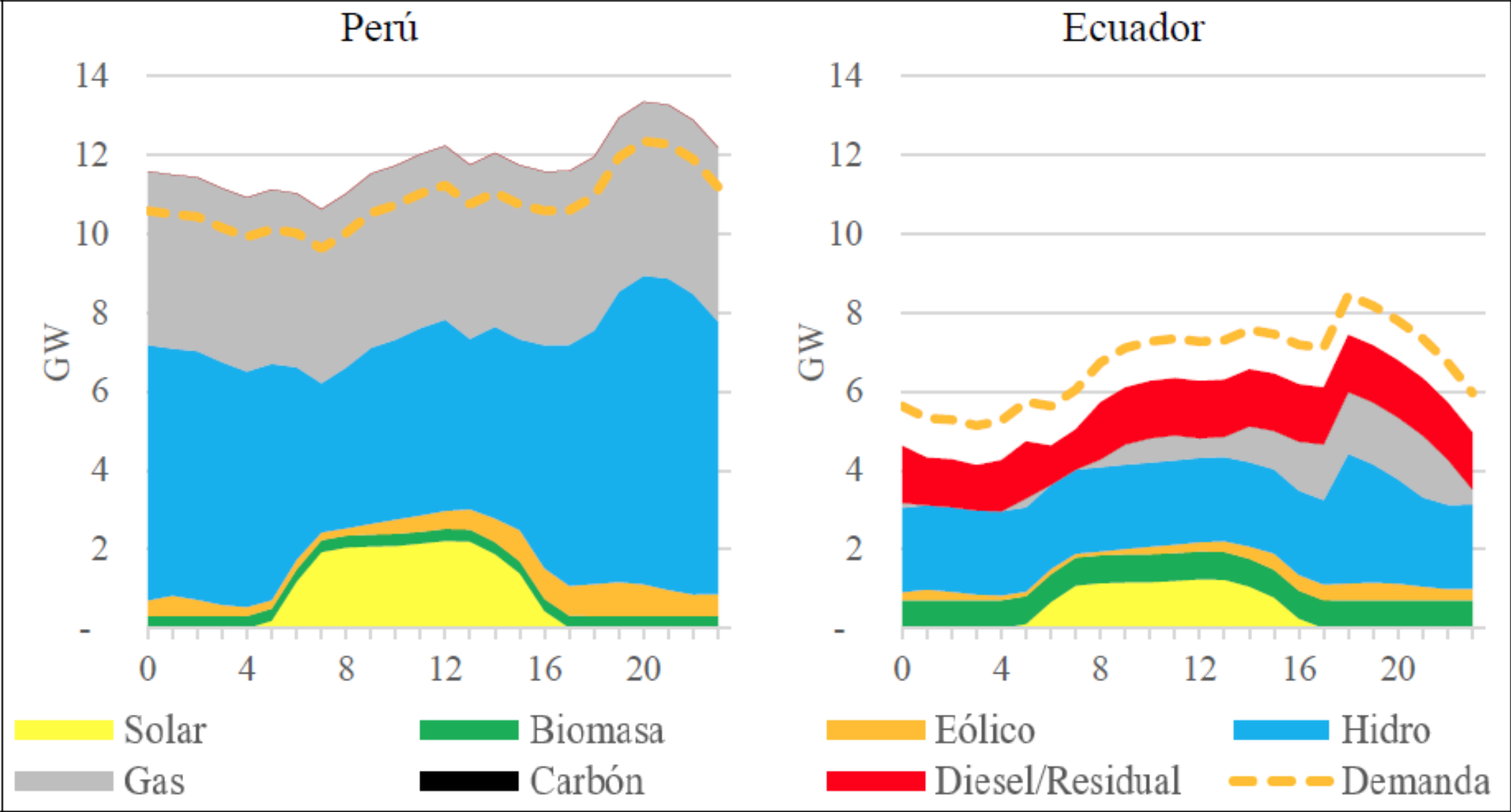
Objetivo principal y específicos

Determinar el efecto en la matriz eléctrica de oferta futura, la complementariedad energética y los precios de la electricidad en países fronterizos con un mercado acoplado, debido a la implementación unilateral de políticas de desarrollo energético, de suficiencia de capacidad de generación y de interconexión.

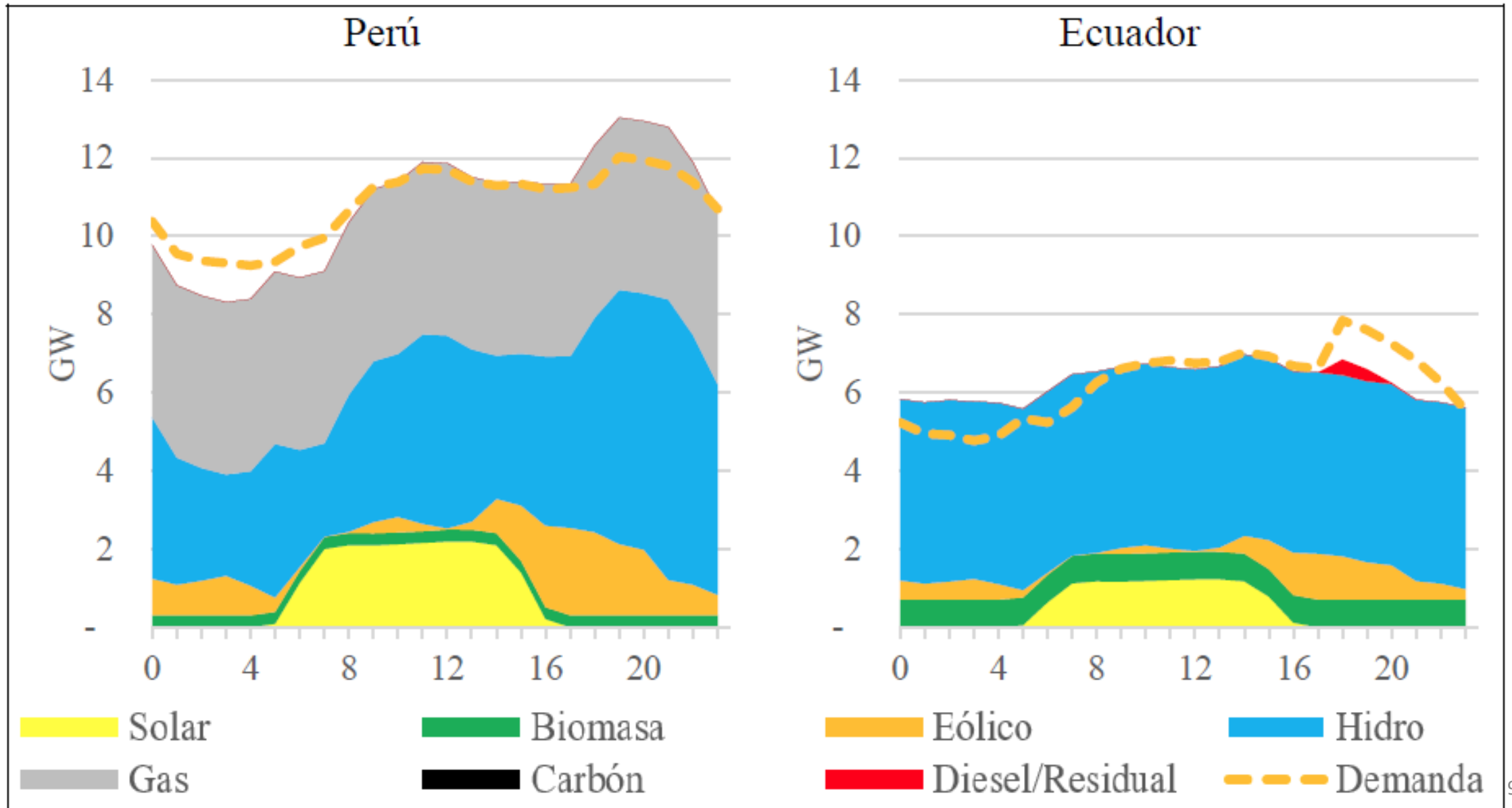
Analizar el efecto en el precio de la electricidad en el mediano y largo plazo de la implementación de mayor capacidad de centrales hidroeléctricas en los países fronterizos con mercado acoplado.

Analizar el impacto en la matriz eléctrica de oferta y en los precios de la electricidad en el mediano y largo plazo en los mercados de electricidad transfronterizos, debido a políticas de subsidios en el precio de los combustibles, de ampliación del interconector, y del MRC.

Despacho de electricidad (avenida Perú 05/03/33)



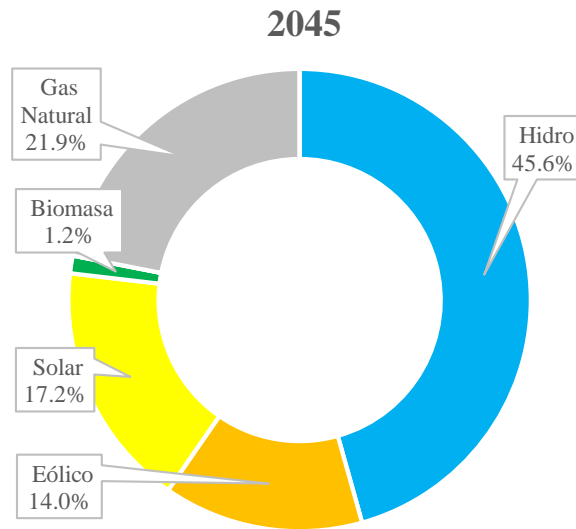
Despacho de electricidad (estiaje Perú 12/08/33)



Con subsidios a los combustibles

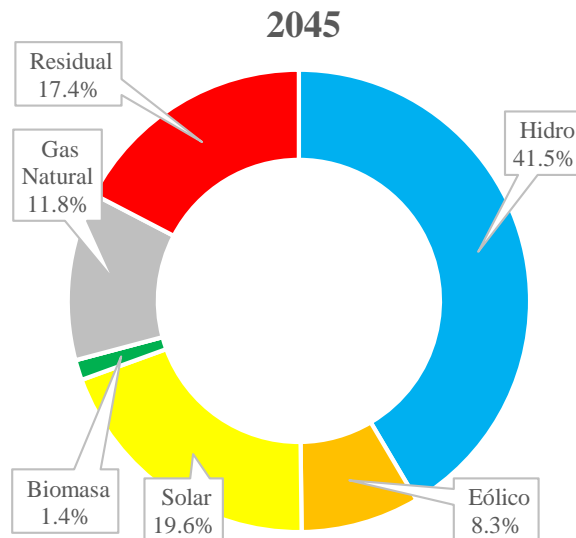
Perú

E1

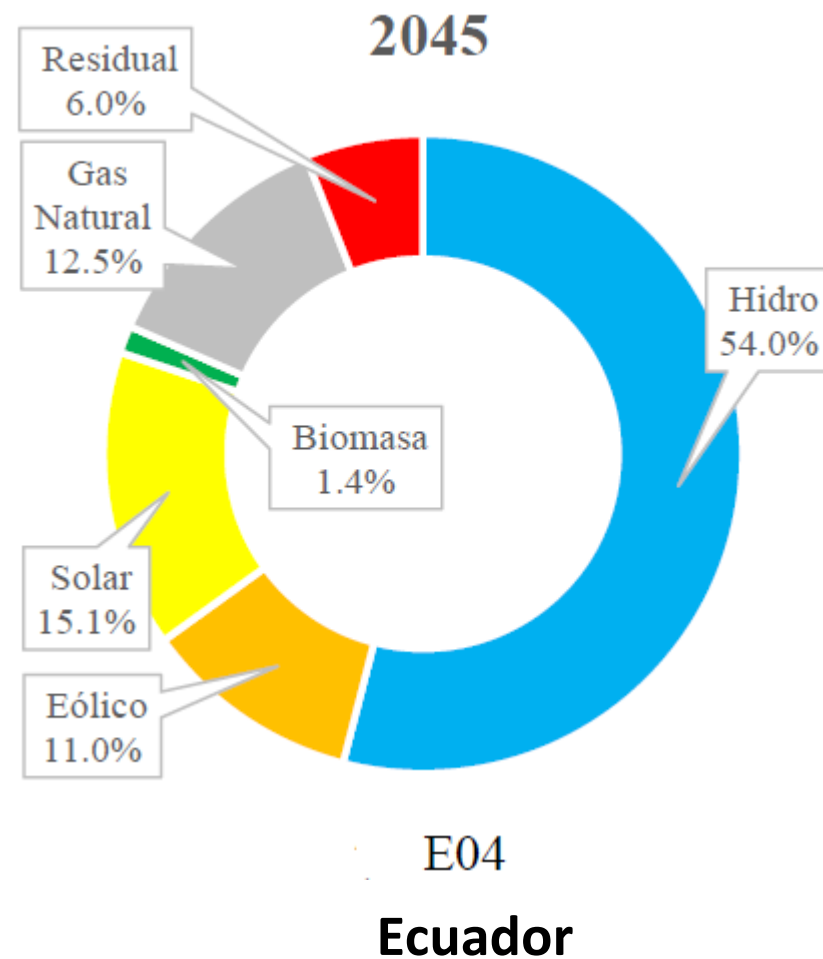
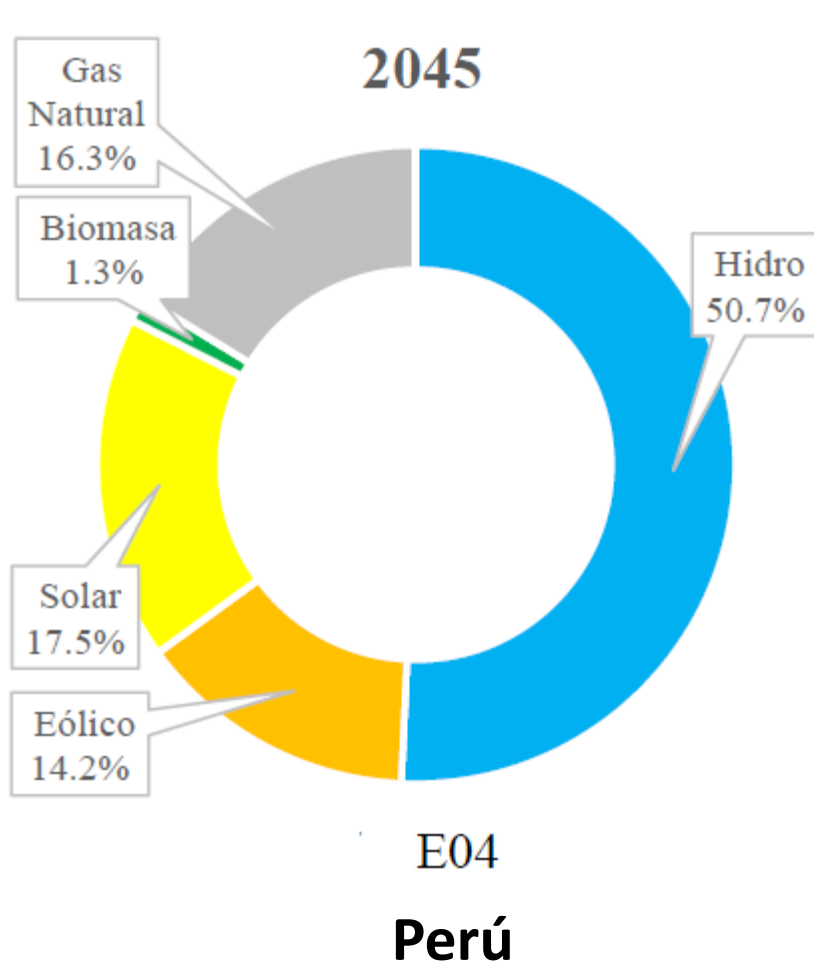


Ecuador

E1



Escenario E04 (eliminación de subsidios a combustibles)



La participación de las fuentes RER *sube en Perú* y; más notablemente en Ecuador que llega casi a igualar la matriz eléctrica peruana al reducir prácticamente *a la mitad* la participación de los hidrocarburos del escenario con subsidios.

Intercambios de energía en escenarios evaluados

Escenario	Periodo	Unidad	Perú - Ecuador	Ecuador - Perú
E01	2023 - 2045	GWh	122,255	27,684
		%	82	18
E02	2023 - 2045	GWh	39,520	84,714
		%	32	68
E03	2023 - 2045	GWh	124,074	26,321
		%	83	18
<u>E04</u>	2023 - 2045	GWh	76,343	57,842
		%	57	43
E05	2023 - 2045	GWh	122,196	27,631
		%	82	18
E06	2023 - 2045	GWh	113,423	30,052
		%	79	21

COMENTARIOS: el escenario sin subsidios a combustibles se producirá una **complementariedad energética** . En los demás escenarios el Perú **exporta más energía** al Ecuador.

Conclusiones preliminares

- El bajo precio de GN en el Perú y del combustible residual en Ecuador, son subsidiados influyen, y llegan a **distorsionar el CMg** en ambos sistemas eléctricos.
- La eliminación de los subsidios en ambos países posibilitará **mejorar la complementariedad energética, reducir los precios de la electricidad y lograr una matriz más limpia y sostenible** en ambos países.
- Las políticas de suficiencia de capacidad de generación (hidroeléctrica en Ecuador y termoeléctrica a GN en Perú) han originado **altos márgenes de reserva en el Perú** y Ecuador, y adicionalmente en Perú los artificialmente bajos cmarg, han **obstaculizado el ingreso de nuevos proyectos** de generación en ambos países .

Conclusiones preliminares

- El acoplamiento de los mercados de electricidad de países fronterizos puede traer beneficios en términos de menores precios de la electricidad y mejor uso de los recursos energéticos en cada país, como los hidroenergéticos en el caso de Perú y Ecuador; sin embargo, **estos beneficios dependen en gran medida** de las políticas de desarrollo energético, suficiencia de generación, y del grado de interconexión, de ambos países, y también de otros factores, como las políticas de subsidios a los combustibles y la promoción a diferentes tecnologías de generación de electricidad.

Interconexión Eléctrica Perú - Chile

Objetivo principal y específicos

Determinar el efecto en la matriz eléctrica de oferta futura, la complementariedad energética y los precios de la electricidad en países fronterizos con un mercado acoplado, debido a la implementación unilateral de políticas de desarrollo energético, de suficiencia de capacidad de generación y de interconexión.

Analizar el impacto en la matriz eléctrica de oferta y en los precios de la electricidad en el mediano y largo plazo en los mercados de electricidad transfronterizos, debido a políticas de subsidios en el precio de los combustibles, de ampliación del interconector.

Determinar la existencia de complementariedad energética entre dos países fronterizos, uno con una política de desarrollo de generación termoeléctrica a GN y el otro hacia la implementación de plantas de generación con fuentes RER-NC; así como, de la incorporación de la tecnología CSP.

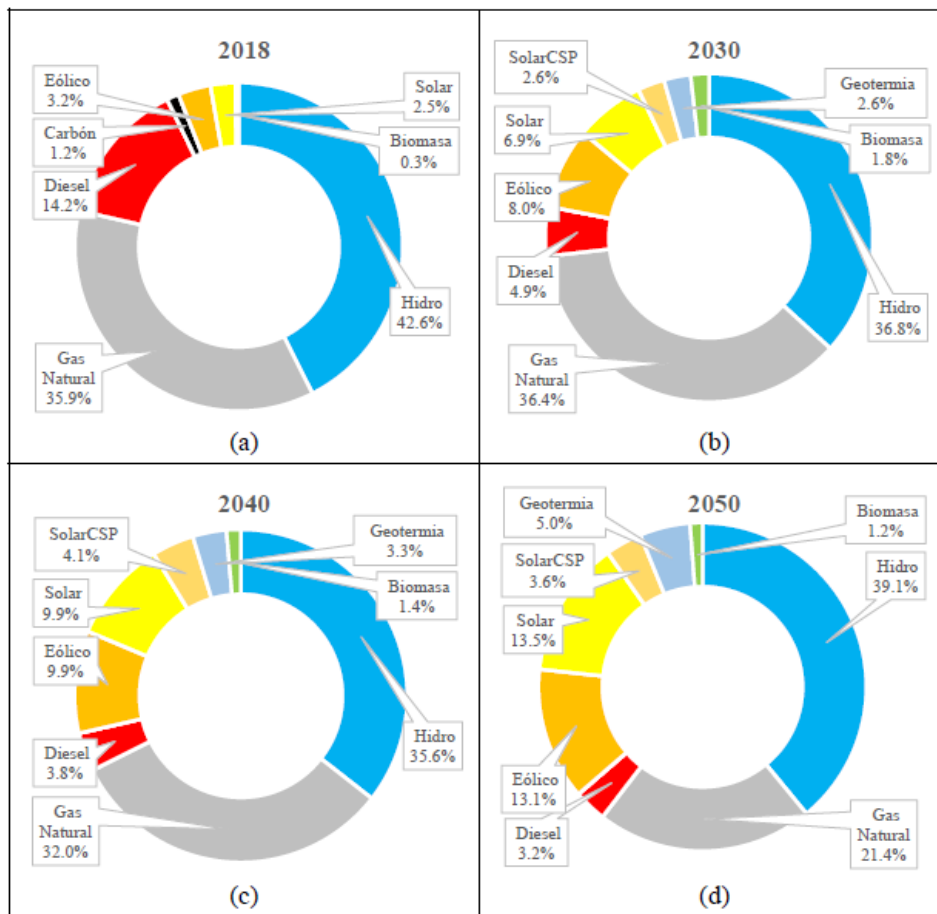
Escenarios evaluados

Escenario	Interconexión	Precio de GN	CSP	GSP	RER >70%
PC01	2023: 200 MW 2032: 500 MW	P: Variable C: Variable	Si	Si	Si
PC02		P: Constante C: Variable	Si	Si	Si
PC03		P: Variable C: Variable	Si	No	Si
PC04			Si	Si	No
PC05			No	Si	Si
PC06			No	Si	Si

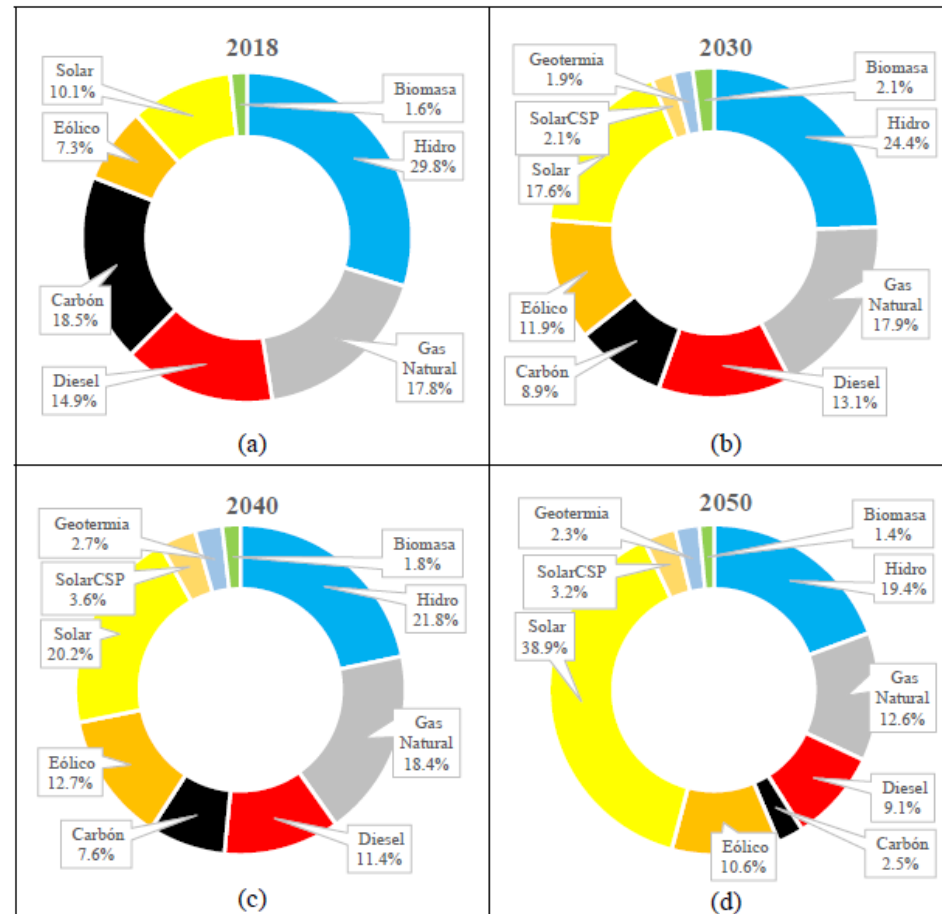
P : Perú ; C: Chile Precio GN: variable (mercado internac.); Constante (regulado-subsidios)
 CSP: plantas solares de concentración; GSP : gasoducto Sur peruano (ahora Sist. Integrado de Transporte, SITGas); RER: RR.EE. renovables

Evolución de la Matriz eléctrica por tecnología (PC01)

Perú



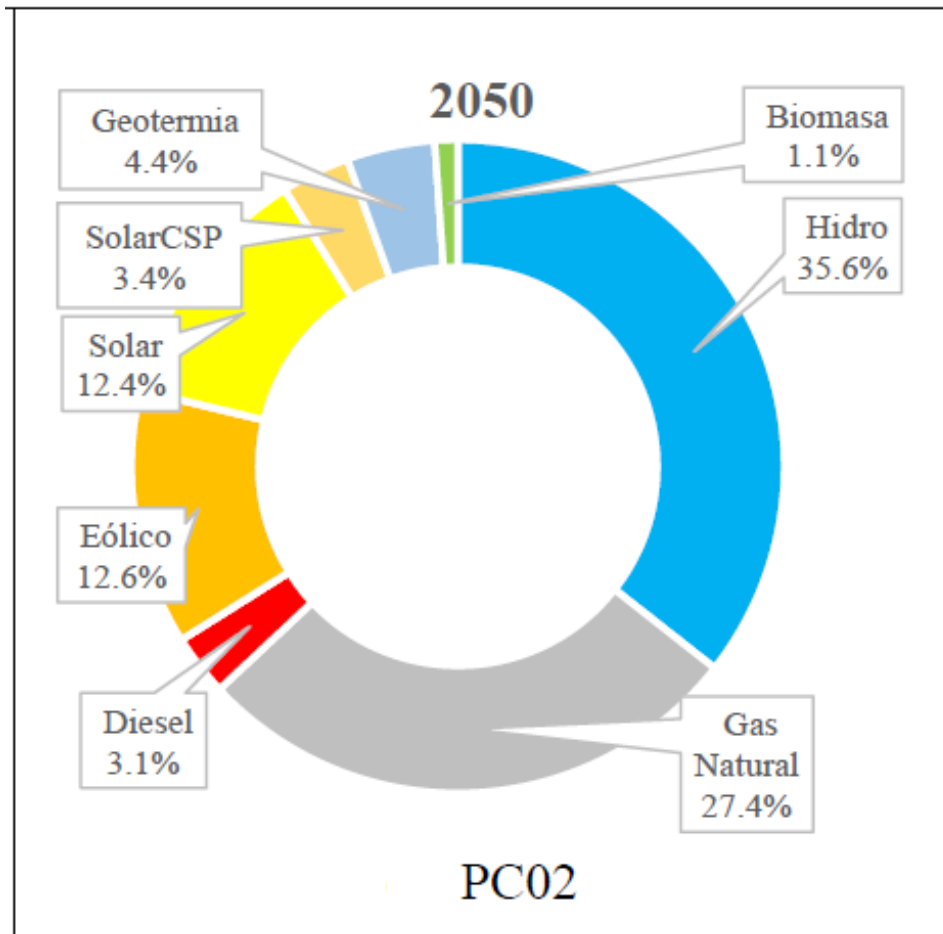
Chile



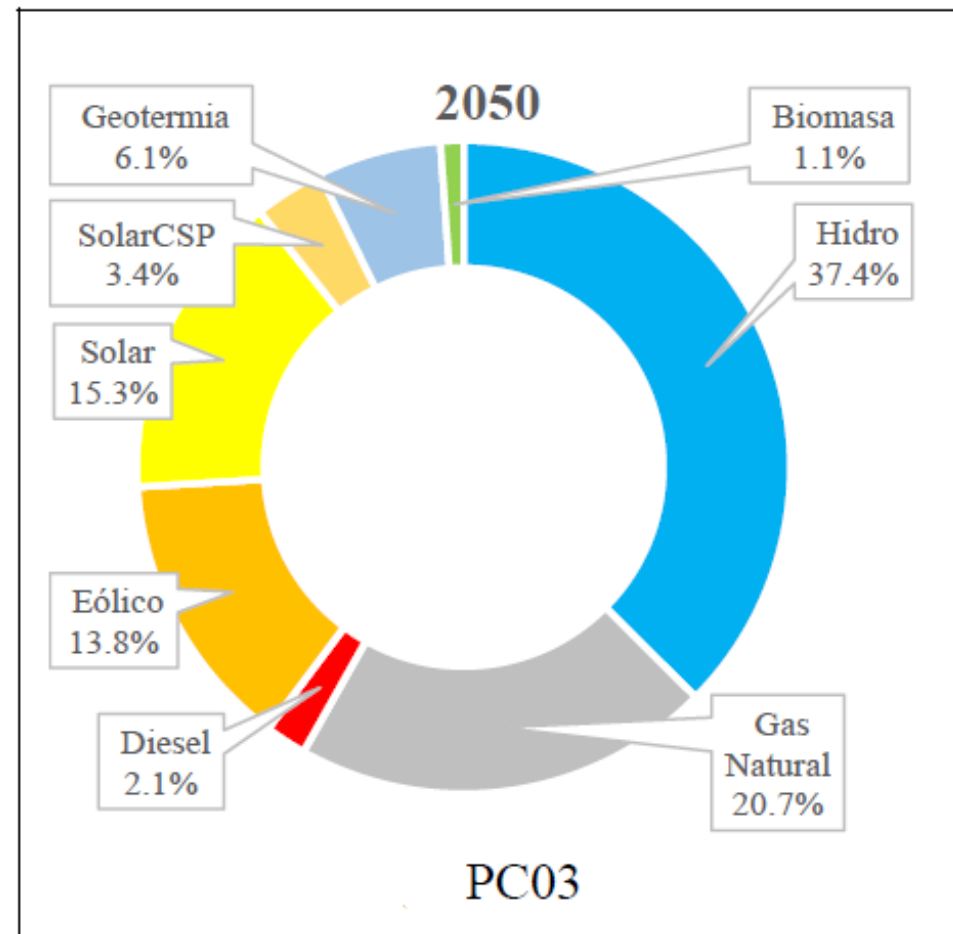
COMENTARIOS : - en este escenario, para el 2050 tanto Perú como Chile tendrían una matriz eléctrica más limpia y sostenible con 75% basada en RER.

-Pero, el Perú tendría que adoptar una ***política explícita y agresiva*** hacia la incorporación de RER (se ha asumido en la simulación, que todas las tecnologías compiten sin restricciones. Las RER actualmente tienen restricciones) como ya lo decidió **Chile en el 2017** con su estrategia «Energía 2050» para alcanzar por lo menos el 70% de RER en su matriz eléctrica y se observa que ***si la alcanzará.***

Impacto del GSP en la matriz eléctrica de Oferta en Perú



PC02 : con GSP y precio GN regulado (subsidiado)



PC03 : sin GSP y precio internacional del GN

COMENTARIOS : - En PC02, la participación de RER es de 69.5% ; mientras que, en PC03 los RER es de 77.2 % .

Intercambios de energía en escenarios evaluados

Escenario	Periodo	Unidad	Perú - Chile	Chile - Perú
PC01	2023 - 2050	GWh	98,464	24,583
		%	80	20
PC02	2023 - 2050	GWh	128,263	2,484
		%	98	2
PC03	2023 - 2050	GWh	104,091	19,500
		%	84	16
PC04	2023 - 2050	GWh	109,262	15,420
		%	88	12
PC05	2023 - 2050	GWh	98,903	25,791
		%	79	21

COMENTARIOS: Se observa que ***no hay complementariedad energética*** , en el escenario PC02 (con GSP(SITGas) y con precio del GN subsidiado) el Perú sería ***solo exportador a Chile***.

Conclusiones preliminares

- El impacto de las políticas energéticas en el corto plazo puede resultar en **resultados contra-intuitivos** en el mediano y largo plazo, sobretodo si la planificación del desarrollo energético se realiza como para un país aislado o **sin considerar el caso de acoplamiento** actual o futuro de su mercado eléctrico con el de países fronterizos y, así mismo, el posible desarrollo e incorporación de **nuevas tecnologías energéticas**.
- La planificación dinámica realizada para la interconexión eléctrica Perú-Chile demuestra que: la matriz eléctrica resultante **es más sostenible y limpia** para ambos países, cuando **no se considera el GSP (SIT-Gas) y se eliminan los subsidios al GN** en Perú para generación eléctrica y, también que los precios de la electricidad se **reducen a mediano y largo plazo**.

Conclusiones preliminares

- La matriz eléctrica peruana es ***menos sostenible y limpia*** para el caso de operación del GSP y si se mantienen los subsidios al GN y, además se estarían ***exportando subsidios***.
- El GSP ***no es indispensable*** para la suficiencia en capacidad eléctrica del país.
- En la interconexión eléctrica Perú-Chile se concluye, a diferencia de la expectativa de diversos especialistas, ***no hay complementariedad energética*** entre ambos países; en todos los casos simulados el flujo de electricidad va desde Perú a Chile en una ***proporción igual o mayor al 80%*** la mayor parte del periodo de tiempo estudiado y, además
- Los precios de la electricidad en el país exportador (Perú) ***aumentarán*** mientras mas se exporte, mientras que en el país importador ***se reducirán***.

Advertencias y recomendaciones finales

- Una política agresiva de desarrollo de generación con fuentes renovables no convencional por uno de los países fronterizos **no es suficiente para que exista complementariedad energética**, sino que esta depende de la composición de la matriz eléctrica de oferta y del diferencial de los CMGs en ambos países.
- Las políticas de desarrollo energético deben ser evaluadas tomando en consideración todo el sector energía, ya que existen numerosas interrelaciones entre los subsectores por lo que **una política orientada a un subsector específico puede terminar distorsionando otro subsector**.

Advertencias y recomendaciones finales

- La política de suficiencia de generación debe ser **diseñada con ponderación** ya que puede convertirse en una barrera para incorporación de nuevas tecnologías de generación en la matriz eléctrica de oferta futura.
- La política de interconexión energética debe ser evaluada tomando en cuenta todas las políticas energéticas y de suficiencia previamente implementadas, ya que aspectos de dichas políticas **pueden crear distorsiones** que reduzcan los posibles beneficios de ésta.
- Debe haber una coordinación de las políticas energéticas y de desarrollo de la capacidad de generación entre los países fronterizos, **antes y después de la interconexión eléctrica**, para lograr un beneficio equitativo y sostenido de la integración, forjando confianza mutua.

Advertencias y recomendaciones finales

- se está definiendo una **nueva geopolítica de la energía** en función de fuentes energéticas menos contaminantes y renovables y, de los minerales y “tierras raras”(necesarios para las modernas tecnologías energéticas y la microelectrónica) que empoderará a nuevos países que posean estos recursos y sean exportadores netos.
- Como consecuencia de la guerra Rusia-Ucrania, se está produciendo un realineamiento y reagrupamiento de bloques de países en función de su seguridad nacional que depende, entre otros, de su **seguridad energética**, que ralentizará el proceso de transición energética y debilitará la globalización.
- En un escenario optimista, se estima a nivel mundial que **para el 2050** coincidiendo con el objetivo de cero-emisiones netas, podría producirse recién un equilibrio en la matriz energética de oferta entre la producción con fuentes renovables y limpias y aquella con fuentes de hidrocarburos.

Advertencias y recomendaciones finales

- El Perú ha suscrito conjuntamente con Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Paraguay, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático efectuada en Madrid en 2019, una iniciativa regional coordinada por OLADE, el compromiso de que ***al menos 70% de la electricidad producida en 2030 en la región se obtenga a partir de energías renovables.***
- la actual política en el sector energía peruano, con una matriz energética cada vez más contaminante, menos asequible e insostenible, está en ***la dirección contraria*** a los ***Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*** de la NN.UU.

Es perentorio un ***cambio de políticas*** en el sector energía peruano y diferenciadas según los sectores de consumo y que, de mantenerse las actuales políticas (BAU) ***no se cumplirán*** los ODS, particularmente en el sector energía.

Finalmente, podemos decir que:

El mundo está experimentando una nueva transición energética, de la hegemonía de los recursos fósiles a las fuentes renovables y limpias; siendo la electricidad el vector energético predominante.