



CAF BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE

RESILIENCIA CON EFICIENCIA:

CÓMO EL POWERSHARING
PUEDE CONTRIBUIR A LA
DESCARBONIZACIÓN Y EL
DESARROLLO ECONÓMICO DE
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Jorge Arbache | Luíz A. Esteves





RESILIENCIA CON EFICIENCIA:

CÓMO EL POWERSHORIZING PUEDE CONTRIBUIR A LA DESCARBONIZACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Jorge Arbache | Luíz A. Esteves

Foto: Adobe Stock



RESILIENCIA CON EFICIENCIA: CÓMO EL POWERSHORING PUEDE CONTRIBUIR A LA DESCARBONIZACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE¹

Jorge Arbache | Luíz A. Esteves²

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

Esta y otras publicaciones sobre la Iniciativa Latino-americana y del Caribe para el Mercado de Carbono, se encuentran en: scioteca.caf.com

Foto de portada: Adobe Stock

Diseño: Tundra.pe

¹ Informe especialmente preparado para la CAF en el marco de las iniciativas estratégicas del Banco asociadas a las agendas de banco verde y banco de reactivación económica de la ALC. Versión preliminar, para discusión. Se agradecen comentarios.

² Respectivamente, vicepresidente del Sector Privado de CAF y Economista jefe del Banco do Nordeste do Brasil - BNB.

Resumen ejecutivo	6
Introducción	12
Powershoring: ¿Qué es?	16
Powershoring: ¿Por quién?	22
Seguridad Energética con Fuentes Limpias y Renovables	23
Instituciones y Regulación Energética y Ambiental	36
Infraestructura Portuaria	38
Zonas de procesamiento de exportación - ZPE	42
Powershoring: ¿Para quién?	46
Creciente demanda de energía	47
Riesgos climáticos y eventos extremos	50
Geopolítica de la Energía y el Cambio Climático	52
Competencia China – Estados Unidos	52
Europa	56
Regiones con intereses inmediatos en Powershoring	59
Powershoring: Riesgos y amenazas	62
La estrategia de reubicación de subvenciones	63
Modelo de exportador primario de hidrógeno verde	66
Powershoring: Propuesta de valor comercial	68
Resiliencia y diversificación de riesgos	70
Triple Bottom Line	73
Powershoring y política industrial moderna	76
Información, Coordinación y Complejidad Económica	77
¿Qué Políticas Públicas?	82
¿Cómo pueden contribuir los bancos multilaterales de desarrollo?	86
Consideraciones finales	88



RESUMEN EJECUTIVO



Foto: Adobe Stock

La idea central detrás de la estrategia de Powershoring es que el cambio climático y los factores geopolíticos han abierto una ventana de oportunidad para que los países con ventajas comparativas en la producción de energía limpia y renovable atraigan plantas industriales, intensiva en consumo de energía en sus procesos de producción. Por tanto, Powershoring hace referencia a una estrategia empresarial de localización de la producción, al igual que otras estrategias de localización, como el *Offshoring*, el *Reshoring* o el *Nearshoring*. Pero la propuesta de valor de Powershoring es múltiple y va más allá de la energía verde, segura, barata y abundante, que son los factores de interés empresarial más inmediatos en esta estrategia.

Con respecto al cambio climático, eventos extremos como olas de calor, inundaciones y sequías han contribuido al cierre de fábricas y al colapso de rutas logísticas globales estratégicas. Los efectos económicos adversos de la proliferación de eventos climáticos, combinados con el impacto de la pandemia de COVID-19, han puesto en evidencia la importancia de definir estrategias empresariales de localización. En general, los riesgos asociados con la concentración geográfica de la producción se han subestimado en gran medida. La estrategia de *Offshoring* por ejemplo, implicó altísimos niveles de concentración geográfica de la producción, al mismo tiempo que concentraba los riesgos logísticos y las interrupciones productivas que, ante choques adversos, producían episodios de desabastecimiento generalizado de maquinarias, equipos, partes, piezas, productos e insumos.

Los factores geopolíticos han contribuido a que la transición energética sea aún más desafiante. Entre estos factores geopolíticos destacan la competencia entre Estados Unidos de América (EE.UU.) y China y la crisis energética en Europa, producto de la guerra entre rusos y ucranianos. Algunas dimensiones relevantes de esta competencia entre Estados Unidos y China incluyen datos y ciberseguridad, energía, recursos naturales y cambio climático.³ Algunas de estas dimensiones son centrales para el futuro de la transición energética y la industria verde global y son especialmente importantes para la discusión sobre Powershoring. Los países europeos, por su parte, han sido los protagonistas de las principales iniciativas de conformidad ambiental. Sus objetivos de



Los factores geopolíticos han contribuido a que la transición energética sea aún más desafiante.

descarbonización son ambiciosos y apuntan a convertirse en el primer continente neutral en carbono para 2050. Sin embargo, un conjunto de circunstancias ha frenado las pretensiones europeas de liderar la transición energética, entre ellas factores geopolíticos.

Un punto importante a destacar se refiere a los factores que determinan las ventajas comparativas en la producción de energías limpias y renovables. Las principales energías limpias y renovables disponibles actualmente a costos competitivos son intermitentes y están disponibles en forma abundante y simultánea en pocos lugares del planeta. En realidad, pocos lugares en el globo son capaces de producir todas las energías limpias y renovables disponibles actualmente a costos competitivos de manera simultánea y complementaria, aspecto fundamental para mitigar el problema de la intermitencia.

Este informe busca presentar evidencia de que ALC cuenta con condiciones que cumplen con este requisito de simultaneidad y complementariedad en la producción de energía verde y limpia a costos competitivos, condición ideal para la atracción de inversiones basadas en la estrategia Powershoring. Dada la priorización de la discusión en torno a las diferentes dimensiones de la estrategia de Powershoring, fue necesario seleccionar un grupo representativo de economías. En este sentido, se seleccionaron los casos de Brasil, Chile, Colombia y Uruguay.

Vale señalar que, en este momento, las energías limpias y renovables ya se presentan como alternativas

⁴ Para una discusión detallada de esos riesgos, ver el documento: [IMF Global Financial Stability Report, April 2023 \(imf.org\)](https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2023/04/04/gfsr-april-2023).



altamente competitivas a las energías fósiles tradicionales, ya que los costos operativos de producir energías limpias y renovables se han desplomado en la última década. Por ejemplo, el costo nivelado de energía (LCOE) de la energía solar fotovoltaica se redujo en un 88 % durante el período 2010-2021 (0,417 USD/kWh en 2010 y 0,048 USD/kWh en 2021). El LCOE de la energía eólica terrestre se redujo un 68% (0,102 USD/kWh en 2010 y 0,033 USD/kWh en 2021). Finalmente, el LCOE de la energía eólica marina se redujo en un 60% (0,188 USD/kWh en 2010 y 0,075 USD/kWh en 2021).

En cuanto a los drivers de valor económico de Powershoring, podemos destacar tres vectores: (i) la combinación de resiliencia con eficiencia económica; (ii) la combinación del conformidad ambiental con el desarrollo económico; y (iii) la creación de una alternativa para la transición y seguridad energética de las empresas, así como de diferentes sectores y cadenas globales de valor, reduciendo la presión de demanda sobre los sistemas eléctricos de los países provenientes de inversiones extranjeras.

Combinar resiliencia con eficiencia ya se está convirtiendo en el principal impulsor de la ubicación industrial a nivel mundial y se espera que esta combinación siga ganando importancia en los próximos años. La resiliencia, un nuevo elemento en esta agenda, está ganando centralidad en la geografía internacional de las inversiones, especialmente en la estrategia corporativa de las empresas con presencia global, que buscan seguridad productiva y de mercado, además de eficiencia económica. Las ventajas comparativas reflejadas en los costes de producción de las energías limpias (especialmente la eólica y la solar fotovoltaica) y el hidrógeno verde (H2V) deben ganar peso en este tipo de decisiones, especialmente en aquellos sectores intensivos en consumo energético en procesos productivos en los que la demanda de descarbonización es apremiante. Todo indica que la desconcentración y diversificación de la geografía de las plantas se convertirán en temas críticos en la agenda de inversiones de la primera mitad del siglo XXI.

Otra característica distintiva de Powershoring es que combina la conformidad ambiental con el desarrollo económico. Al hacer de las energías limpias el engranaje de la estrategia, Powershoring fomenta las inversiones en la agenda climática y acelera la transición energética y la descarbonización de la producción a nivel regional y global. Por otro lado, la atracción de plantas industriales orientadas a la exportación promueve el crecimiento del PIB de ALC, el aumento de la inversión, la tecnología y la innovación, el aumento del empleo y la inserción de la región en las cadenas globales de valor. Además, impulsa a las pequeñas y medianas empresas, la recaudación de impuestos, el desarrollo local y regional y, finalmente, ganancias generalizadas de productividad.



Combinar resiliencia con eficiencia ya se está convirtiendo en el principal impulsor de la ubicación industrial a nivel mundial y se espera que esta combinación siga ganando importancia en los próximos años.

El tercer vector se refiere al hecho de que, en un escenario geopolítico desafiante de transición energética y cambio climático, las ventajas comparativas de ALC en la producción de energía limpia y renovable potencializan la creación de una nueva clase de activos y nuevas oportunidades para la inversión extranjera. Por ejemplo, para los países de origen de las empresas beneficiadas, Powershoring ayuda a reducir la presión de demanda sobre los sistemas eléctricos, lo que mejora las condiciones y la planificación de la transición energética, sirviendo como motor de competitividad empresarial. Este escenario crea alternativas de conformidad ambiental para empresas bajo presión y posibilita la importación de bienes a precios relativamente más bajos y con baja huella de carbono. En otras palabras, Powershoring contribuye a los compromisos ambientales y protege los intereses de las empresas y de la población.

El Powershoring se puede catalogar como una política industrial, ya que promueve la transformación de la estructura productiva. Sin embargo, a diferencia de otras políticas industriales implementadas anteriormente en la región, se trata de una política que tiene como ejes centrales las energías limpias, la inversión extranjera directa, las exportaciones, la tecnología y la innovación, y su avance no necesariamente depende de incentivos fiscales, subsidios, proteccionismo o discriminación. Por el contrario, el eje de la estrategia está en las ventajas comparativas, en los recursos naturales y en las perspectivas del cambio climático. Se trata, por tanto, de una propuesta innovadora de política industrial, en la que el cambio climático y el fortalecimiento de los mercados son sus puntos de partida.

Por otra parte, el éxito del Powershoring como política de promoción y transformación de la estructura productiva de ALC enfrenta algunos riesgos y amenazas, que se pueden dividir en dos grupos: externos e internos. Los riesgos y amenazas de carácter externo están mayoritariamente relacionados con los efectos e impactos derivados de la estrategia de *Reshoring* anclada en generosos subsidios a la producción doméstica de energías limpias y renovables en países desarrollados. Los riesgos y amenazas de carácter interno están relacionados con la forma en que algunos líderes políticos y empresariales de ALC visualizan aprovechar las oportunidades derivadas de las ventajas comparativas de la región en la producción de energías limpias y renovables.

En cuanto a las amenazas y riesgos externos, destaca el esfuerzo de las economías desarrolladas por hacer del *Reshoring* una estrategia hegemónica de localización, con la concentración de la producción industrial en EE.UU. y Europa. Un paso en esta dirección fue la aprobación del *Inflation Reduction Act* de 2022 (IRA) en EE.UU. Este es un paquete de estímulo de US\$ 433 mil millones, de los cuales US\$ 369 mil millones están destinados a programas de seguridad energética y cambio climático. La IRA proporciona subsidios en forma de créditos fiscales y condiciona estos créditos a la producción basada en los EE.UU. y los suministros de insumos de América del Norte y ha sido interpretada por analistas expertos, legisladores y académicos como una posible violación de las reglas del comercio internacional. Parece haber un consenso fuera de los EE.UU. de que la IRA tiene el potencial de erosionar el sistema multilateral de cooperación, incluso sirviendo como desencadenante de una "carrera transatlántica" de subsidios entre los EE.UU. y Europa.

Sin embargo, los desafíos de la transición energética y los objetivos globales de descarbonización hacen que la hegemonía del *Reshoring* en EE.UU. y Europa sea una tarea no trivial por al menos dos razones. El primero es el riesgo mismo de concentración geográfica de la producción industrial, un factor que ha motivado una reevaluación de la pertinencia de las estrategias locacionales del tipo "winner takes all". El segundo se refiere a la ausencia de ventajas comparativas relevantes en la producción conjunta y complementaria de distintas energías limpias y renovables por parte de dichas economías. No hay duda de que EE.UU. y Europa tienen un conjunto único, extremadamente valioso y sofisticado de activos estratégicos tangibles (infraestructura física, recursos naturales y ubicación geográfica) e intangibles (instituciones y mercados sofisticados y capital humano e intelectual). Sin embargo, la producción de energía limpia y renovable no es una de ellas, al menos a corto y medio plazo.

Adicionalmente, no existe consenso en la literatura especializada de que las barreras arancelarias y no

arancelarias, los subsidios y los incentivos fiscales puedan compensar las desventajas comparativas en el largo plazo de forma permanente. Por lo tanto, los riesgos asociados a los efectos de la IRA y similares no deben ser pasados por alto por ALC, de la misma manera que sus beneficios e incentivos no deben ser sobreestimados por los contribuyentes, empresas e inversionistas privados.

En términos de amenazas y riesgos internos, se destaca, como ya se señaló, la forma en que algunos líderes políticos y empresariales de ALC visualizan aprovechar tales oportunidades derivadas de las ventajas comparativas de la región en la producción de energías limpias y renovables. Hay un fuerte movimiento hacia la constitución de una especie de "modelo primario-exportador" de energía verde, con énfasis en la exportación de H2V transportado en forma de amoníaco y otros derivados. La estrategia de establecer *hubs* de exportación de H2V o amoníaco verde en el hemisferio sur, con énfasis en ALC y el continente africano, está más en línea con la agenda europea de transición energética, como el *EU Green Deal* y la *EU Hydrogen Strategy*, que con las estrategias de los países exportadores para sus transiciones energéticas y de creación de valor.

Las asociaciones que involucran a Europa y ALC para desarrollar la producción y comercialización de H2V y amoníaco verde pueden ser mutuamente ventajosas y beneficiosas. De la misma forma que la creación de *hubs* para la exportación de H2V o amoníaco verde en la región ALC no representa necesariamente un problema, siempre y cuando no se descuiden otras oportunidades igualmente importantes para la generación de riqueza y valor económico.

Otro punto a destacar con respecto a Powershoring se refiere a su propuesta de valor comercial. Las ventajas comparativas de ALC en la producción de energía limpia y renovable, con seguridad energética a costos competitivos, en un escenario desafiante de transición energética y cambio climático, han llevado a la creación de una nueva clase de activos y oportunidades para la inversión privada.

El hecho es que los objetivos de descarbonización impuestos a las economías de todo el mundo implican el surgimiento de una transición energética. La emergencia afecta a todos, pero los niveles de urgencia varían considerablemente de un país a otro y de un sector a otro, dependiendo de varios factores, incluyendo las estructuras de las matrices energéticas y perfiles de capacidad instalada y generación eléctrica, además de las diferentes exposiciones a riesgos de eventos climáticos y riesgos geopolíticos. Desde esta perspectiva, parece claro que la estrategia Powershoring constituye una oportunidad única para aquellos proyectos de inversión en los que los costes

derivados de retrasar la transición energética son crecientes y desproporcionadamente elevados.

Además de producir valor económico para los inversores privados a través de la diversificación del riesgo y una mayor resiliencia, la estrategia Powershoring está alineada y en cumplimiento con las agendas ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ESG) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esto significa que Powershoring es una estrategia muy adherente a los objetivos de las empresas que persiguen el concepto de *triple bottom line*, o trípode de la sostenibilidad, un concepto empresarial que postula que las empresas deben comprometerse a medir su impacto social y ambiental, además de su rendimiento financiero, en lugar de centrarse únicamente en la generación de beneficios o en el "resultado" estándar.

Los críticos del modelo de *triple bottom line* a menudo señalan la sostenibilidad como un tema marginal, una moda pasajera, un *greenwashing* o un problema comercial sin importancia. Sin embargo, el hecho es que este tipo de críticas tiene más de una década y no hay evidencia de que estemos ante una moda pasajera. Al contrario. Los gobiernos, los consumidores, los reguladores, los inversores, los accionistas, las instituciones bancarias, las aseguradoras, las reaseguradoras y las agencias de *rating* vienen presionando cada vez más a las empresas para que persigan los objetivos de *triple bottom line*.

La estrategia de Powershoring está en línea con nuevas propuestas de generación de valor económico para las organizaciones, como son los modelos de Creación de Valor Compartido y el Modelo de Economía Circular. El punto central es que los modelos de negocio que constituyen la estrategia Powershoring (producción, distribución y comercialización de energías limpias y renovables) fueron originalmente concebidos a la luz de este nuevo paradigma de "capitalismo de *stakeholder*" - en contraposición al anterior paradigma de "capitalismo de *shareholder*", de los accionistas", incluso en un período de la historia en el que se creía que tales modelos de negocio no serían económicamente viables, sostenibles, replicables y escalables.

La adopción de Powershoring en ALC debe considerar la "Estrategia de Tres Vías". El primer camino consistiría en promover los factores habilitadores para incrementar la producción de energía verde, segura, barata y abundante. La segunda vía consistiría en impulsar la expansión de la producción H2V a niveles que garanticen ganancias de escala, ganancias de alcance y reducción de precios, para hacer frente a los subsidios estadounidenses y europeos, además de ganancias de aprendizaje, conocimiento del modelo de negocio, capacitación de profesionales nacionales e internacionales, alianzas y producción local de equipos, con la finalidad de convertir la

región en un gran *hub* global de H2V, aprovechando las ventajas comparativas de energía limpia y renovable, disponibilidad de terrenos industriales, agua y posición geográfica favorable. La tercera vía consistiría en el uso prioritario de este gas para la promoción de Powershoring, exportando los excedentes.

Tales estrategias son complementarias, aunque no están sincronizadas temporalmente. Esto se debe a que todavía estamos lejos de lograr tecnologías seguras y económicamente viables para el transporte marítimo de H2V en forma de amoníaco, así como tecnologías igualmente seguras y económicas para reconvertir el amoníaco verde en H2V para uso industrial en los puertos de los países importadores.

Este informe también enumera una lista no exhaustiva de políticas públicas que se adhieren a la Estrategia de Tres Vías. Además, destaca cómo los Bancos Multilaterales de Desarrollo (BMD) pueden contribuir al Powershoring a través de cinco vectores de apoyo. El primero, promover y difundir estudios, encuestas, informes técnicos, estudios de factibilidad económico-financiera, incluso sobre la viabilidad de plantas de energía verde, desarrollo normativo e institucional de la agenda Powershoring. El segundo, a través de la organización de jornadas técnicas sobre Powershoring. La tercera, apoyando políticas públicas dirigidas a Powershoring. El cuarto, apoyando la articulación de los actores en la agenda. El quinto, con crédito, apoyo en emisión de bonos, garantías y otros instrumentos de financiamiento para plantas de energía limpia y renovable y la infraestructura necesaria para Powershoring.

Powershoring es una oportunidad única para convertir la ventaja comparativa de la región en energía verde, el alejamiento de la agenda geopolítica internacional y la capacidad de abordar la combinación de resiliencia y eficiencia en potentes instrumentos para promover el desarrollo económico y social. Powershoring tendrá efectos importantes en la productividad, competitividad, pobreza, desigualdad, tecnología e innovación y contribuirá a la formación y consolidación de cadenas de valor nacionales y regionales. Powershoring ciertamente será muy útil y beneficioso para la región, pero será aún más útil para las empresas que entiendan las virtudes de esta estrategia.

Los próximos pasos en esta agenda de trabajo incluyen estimaciones del potencial de inversión extranjera directa y exportaciones asociadas con Powershoring, un estudio para países seleccionados de los sectores potencialmente más interesados en Powershoring en ALC utilizando indicadores de intensidad energética, compromisos ambientales, entre otros, y casos de estudio de empresas y sectores que ya se están beneficiando de las propuestas de valor de la estrategia en la región.



Foto: Adobe Stock



INTRODUCCIÓN

Foto: Adobe Stock

El término Powershoring fue abordado originalmente en dos artículos de opinión de Jorge Arbache (2022a⁴ e 2022b⁵). La idea central es que el cambio climático y los factores geopolíticos han abierto una ventana de oportunidad para que países con ventajas comparativas en la producción de energía limpia y renovable atraigan plantas manufactureras intensivas en consumo energético en sus procesos productivos y comprometidas con la descarbonización. Por lo tanto, Powershoring se refiere a una estrategia comercial para la ubicación de la producción, como otras estrategias de ubicación, como *Offshoring*, *Reshoring* o *Nearshoring*. Pero, la propuesta de valor de Powershoring es múltiple y va más allá de la energía verde, segura, barata y abundante, que son los factores de interés empresarial más inmediatos en esta estrategia.

La primera propuesta está asociada a los compromisos suscritos por el Acuerdo de París, que buscan combatir los efectos del cambio climático y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero⁶. La implicación práctica fue el establecimiento de objetivos ambiciosos para la descarbonización de las economías y grandes desafíos de conformidad para las empresas. Sin embargo, aquí no solo hay un desafío de cumplimiento. La carbonización genera externalidades negativas que, en la actualidad, ya cuentan con mercados organizados para cotizarlas a través de créditos compensatorios, que dan derecho a contaminar a sus titulares. El problema es que, dependiendo del escenario prospectivo de dichos mercados, el precio de la compensación de carbono podría crecer considerablemente en los próximos años. Entonces, el problema de los objetivos de descarbonización es doble: el cumplimiento ambiental y la gestión de riesgos y pasivos ambientales.

Aún en lo que respecta a la gestión de riesgos, la experiencia muestra que los efectos económicos adversos de la pandemia de COVID-19, el aumento de los eventos climáticos extremos y los grandes eventos

geopolíticos han revelado que los riesgos asociados a la concentración geográfica de la producción debido a estrategias como la deslocalización practicadas por empresas multinacionales durante décadas han sido subestimadas en el mejor de los casos. La estrategia de *Offshoring* implicó, por un lado, altas ganancias de productividad derivadas de economías de escala y de escopo. Por otro lado, la concentración de la producción en unos pocos países de destino de la deslocalización aumentó los riesgos logísticos y de interrupciones productivas, dando lugar a episodios no aislados de desabastecimiento generalizado de maquinaria, equipos, partes, piezas, productos e insumos e incluso pérdidas permanentes o cuasi permanentes en la cuota de mercado.

Con respecto al generador de costos, vale la pena destacar dos puntos. La primera es que la estrategia de *Offshoring*, que está enfocada a minimizar costos, especialmente laborales, valoró las ventajas comparativas de países como China y otros de Asia. Este orden se expandiría dando lugar a una creciente interdependencia económica, comercial y de inversiones, cuyos beneficios serían compartidos por muchas personas en todo el mundo en forma de bienes de consumo a bajo precio. Sin embargo, los salarios reales en algunos de esos países han estado aumentando persistentemente.

El segundo punto es que la estrategia Powershoring se ha beneficiado de la irrupción del cambio climático y la reducción de los costes operativos de producir energía limpia y renovable. Por ejemplo, segundo IRENA (2022), el costo nivelado de energía (LCOE) de la energía solar fotovoltaica se redujo en un 88 % durante el período 2010-2021 (0,417 USD/kWh en 2010 y 0,048 USD/kWh en 2021). El LCOE de la energía eólica terrestre se redujo un 68% (0,102 USD/kWh en 2010 y 0,033 USD/kWh en 2021). Finalmente, el LCOE de la energía eólica marina se redujo en un 60% (0,188 USD/kWh en 2010 y 0,075 USD/kWh en 2021). Y es que, en este momento, las energías

⁴ Arbache, Jorge (2022a). "Powershoring". CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. Ver: <https://www.caf.com/pt/conhecimento/visoes/2022/11/powershoring/>; Valor Económico. Ver: <https://valor.globo.com/opiniao/coluna/powershoring.ghtml>

⁵ Arbache, Jorge (2022a). "Powershoring II". CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. Ver: <https://www.caf.com/pt/conhecimento/visoes/2022/12/powershoring-ii/>; Valor Económico. Ver: <https://valor.globo.com/opiniao/coluna/powershoring-ii.ghtml>

⁶ El "efecto invernadero" es un fenómeno natural responsable de mantener las temperaturas globales promedio. Sin embargo, con el exceso de emisiones de gases, se retiene más calor en la atmósfera, lo que resulta en un aumento de las temperaturas medias globales.



limpias y renovables ya se presentan como alternativas competitivas a las energías fósiles tradicionales y es probable que esta competitividad siga creciendo.

Este informe muestra que la combinación de resiliencia y eficiencia ya se está convirtiendo en el principal impulsor de la localización industrial a nivel global. La resiliencia es un elemento nuevo en esta agenda y está ganando centralidad en la geografía internacional de las inversiones y, en particular, en las estrategias corporativas de las empresas con presencia global que buscan seguridad productiva y de mercado, además de eficiencia. Las ventajas comparativas reflejadas en los costos de producción de energía verde deben ganar influencia en la toma de decisiones, con énfasis en los sectores intensivos en energía y que más necesitan descarbonizarse. Todo indica que la desconcentración y diversificación de la geografía de las plantas se convertirán en temas críticos en la agenda de inversiones en la primera mitad del siglo XXI.

Este documento brinda un conjunto de información y evidencia de que los países de la región de América Latina y el Caribe (ALC) disfrutaron de amplias ventajas comparativas para beneficiarse de la estrategia Powershoring como proveedores de energía limpia y renovable, en sistemas seguros, económicos y no intermitentes. Por el lado de la demanda, el informe analiza las características de los proyectos de inversión y las regiones con mayor potencial de participación en la estrategia Powershoring. El documento también aborda los riesgos para la estrategia desde una perspectiva de ALC.

Powershoring tiene una característica distintiva y fundamental: combina la conformidad ambiental con el desarrollo económico. Al hacer de las energías limpias el engranaje de la estrategia, Powershoring fomenta las inversiones en la agenda climática y acelera la transición energética y la descarbonización de la producción a nivel nacional, regional y global. Por otro lado, la atracción de plantas industriales orientadas a la exportación promueve el crecimiento del PIB de ALC, el aumento de la inversión, la tecnología y la innovación, el aumento del empleo, la inserción de la región en las cadenas globales de valor impulsa a las pequeñas y medianas empresas, la recaudación de impuestos, el desarrollo local y regional y, finalmente, las ganancias sistémicas de productividad. Para los países de origen de las empresas beneficiadas, Powershoring ayuda a reducir la presión de demanda sobre los sistemas eléctricos, lo que mejora las condiciones y la planificación de la transición energética, sirviendo como motor de competitividad empresarial y creando alternativas de conformidad ambiental ara empresas bajo presión y posibilitando la importación de bienes a precios relativamente más bajos y con baja huella de carbono.



Al hacer de las energías limpias el engranaje de la estrategia, Powershoring fomenta las inversiones en la agenda climática y acelera la transición energética y la descarbonización de la producción a nivel nacional, regional y global

En otras palabras, Powershoring contribuye a los compromisos ambientales y sociales, además de ayudar a proteger intereses empresariales de competitividad y los intereses de la población. En resumen, la estrategia tiene un alto potencial para promover un crecimiento sostenible, sostenido e inclusivo.

Este informe se divide en diez secciones, incluida esta introducción. La segunda sección aborda la lógica económica que subyace a la estrategia Powershoring. La tercera sección proporciona respuestas a la pregunta "¿qué países y regiones disfrutaron de las mayores ventajas comparativas en la producción de energía limpia y renovable?". La cuarta sección proporciona respuestas a la pregunta "¿qué proyectos de inversión disfrutarían de más ventajas competitivas al explorar la estrategia Powershoring?". La quinta sección evalúa los riesgos de la estrategia de Powershoring en ALC. La sexta sección evalúa los impulsores de la propuesta de valor empresarial de Powershoring. La séptima sección explora el potencial de Powershoring en términos de lograr ganancias de productividad sistémicas derivadas de una mayor complejidad económica y economías de aglomeración. La octava sección examina la política pública y los factores habilitadores de la estrategia Powershoring. La novena sección examina el papel de los bancos multilaterales de desarrollo en Powershoring. Finalmente, la última sección presenta las conclusiones y consideraciones finales.



Foto: Adobe Stock



POWERSHORING: ¿QUÉ ES?



Foto: Adobe Stock

El primer paso para dilucidar la estrategia de localización basada en Powershoring pasa por comprender algunos de los determinantes de las decisiones empresariales en cuanto a la ubicación y asignación geográfica de las plantas productivas.

Los manuales de teoría económica apuntan a la búsqueda de la maximización del beneficio de la empresa como principal impulsor de la decisión económica empresarial. Teóricamente, la ganancia económica corresponde al exceso del precio de venta del bien sobre su costo marginal de producción. Sin embargo, en este informe trabajaremos con la noción de objetivo empresarial basada en la generación de valor económico agregado (EVA)⁷, que corresponde al exceso de la utilidad operativa neta después de impuestos sobre el costo del capital invertido en el proyecto empresarial. Esta métrica de valor se usa comúnmente en análisis de inversiones y técnicas de valoración de activos (Valuation), ya que revela la contribución de diferentes impulsores de valor de las empresas (Neto, 2017)⁸.

Las diferentes ubicaciones de las plantas industriales tienden a producir diferentes estructuras de ingresos, costos y gastos operativos (producción, logística, *marketing*, entre otros), ingresos y gastos financieros y diferentes exposiciones a riesgos. Por lo tanto, podemos esperar que una misma configuración de planta de producción presente resultados diferentes para la generación de EVA, dependiendo de dónde se ubiquen.

Mostraremos que la estrategia de localización de las empresas ha sufrido importantes cambios en las últimas décadas, principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Tales cambios se desarrollaron en forma de olas impulsadas por cambios estructurales económicos, tecnológicos y geopolíticos. Hay razones para creer que se está gestando una nueva ola, impulsada por la configuración geopolítica actual, caracterizada por la rivalidad de las dos economías más grandes del

mundo, EE.UU. y China, por los impactos derivados de los compromisos en torno a la transición climática, con objetivos de carbono neutralidad, y por la mayor incidencia de eventos naturales extremos.

Los efectos de la pandemia del COVID-19 contribuyeron a acelerar la formación de esta nueva estrategia de localización de empresas, ya que las estrategias basadas en la minimización de costos resultaron en altos niveles de concentración geográfica de la producción, al tiempo que aumentaron los riesgos logísticos y las interrupciones de la producción, lo que implica riesgos de desabastecimiento general de suministro de maquinaria, equipo, partes, piezas, productos e insumos.

En este sentido, grandes grupos económicos han comenzado a revisar sus estrategias de localización, llevando el tema a la lista de prioridades estratégicas. Este movimiento se justifica en gran medida, también porque ha crecido la percepción de que la reversión de la concentración geográfica de la producción y sus respectivos riesgos no implicarían necesariamente una pérdida de ventajas competitivas en costes (CBRE, 2020)⁹.

La posibilidad de reducir riesgos, sin incurrir necesariamente en costos totales adicionales (operativos y financieros), puede parecer “demasiado buena para ser verdad”, ya que implica una decisión económica sin *tradeoffs*, es decir, un verdadero “free lunch”. Sin embargo, esta posibilidad no debe interpretarse de esta manera, al menos no en esta situación específica. Esta posibilidad refleja exactamente el pilar de la Teoría Moderna de Carteras (TMP)¹⁰ que muestra que la diversificación del riesgo en las carteras es quizás el único “almuerzo gratis” que puede brindar la realidad económica.¹¹

Como se verá con mayor detalle, no fueron solo las medidas sanitarias producto de la pandemia del COVID-19 las que cerraron fábricas y colapsaron rutas estratégicas de logística global. Los fenómenos

⁷ Los componentes desagregados del EVA incluyen (i) los ingresos operativos, (ii) los costos y gastos operativos, (iii) los impuestos, (iv) el costo de obtener fondos de terceros y (v) el costo de oportunidad del capital social de los accionistas que, a su vez, se calcula a partir de diferentes formas de exposición al riesgo (riesgo sectorial, riesgo de apalancamiento financiero, riesgo no diversificable, tasa de interés real, inflación y riesgo país).

⁸ Neto, Alexandre Assaf (2017). *Valuation: Métricas de Valor & Avaliação de Empresas*. 1ª ed. Editora Atlas e Instituto Assaf: São Paulo/SP.

⁹ CBRE (2020). “Location Strategies: COVID-19 and beyond”. CBRE. Ver: https://f.tlcollect.com/fr2/720/84333/Global_Location_Strategies_post-C19_Final.pdf

¹⁰ Markowitz (1952). “Portfolio Selection”. *The Journal of Finance*, Vol. 7 (1): pp. 77-91.

¹¹ Aquí nos referimos a una cartera de activos compuesta por plantas productivas, en la que cada planta representa una unidad generadora de efectivo.



meteorológicos, como olas de calor extremas, inundaciones, entre otros, también han contribuido a la suspensión de la producción e incluso al cierre de fábricas. Los conflictos geopolíticos como las guerras y los ataques terroristas también han contribuido a la intermitencia de la producción y la suspensión de la prestación de servicios logísticos y de otro tipo de servicios asociados a la producción y distribución.

Los efectos económicos adversos de la pandemia y los eventos climáticos y geopolíticos han revelado importantes evidencias sobre las estrategias de localización: se subestimaron (en el mejor de los casos) los riesgos asociados a la concentración geográfica de la producción, incluso con el apoyo técnico de instituciones financieras, instituciones inversionistas, grandes empresas consultoras y compañías de seguros y reaseguros. Si, por un lado, la diversificación de riesgos es un “almuerzo gratis”, no se puede decir lo mismo de las fallas en la gestión de riesgos.

Hasta aquí, debe estar claro al lector por qué creemos que se está gestando una nueva ola de estrategia de localización. Sin embargo, antes de avanzar en la discusión sobre las características de una nueva ola, es necesario presentar una breve discusión sobre la historia de olas de estrategias de localización ya constituidas. Una taxonomía en este sentido fue desarrollada por CBRE (2020). En este informe, se revisan cinco olas, divididas en dos impulsores principales.

La primera ola se denomina estrategia *Onshoring*, que tiene como objetivo concentrar la producción en un solo lugar, buscando así obtener economías de escala que impliquen una reducción significativa en los costos operativos de producción. La segunda ola se denomina estrategia *Nearshoring*, que tiene como objetivo reubicar parte de las operaciones en una región geográficamente cercana a la establecida inicialmente por la estrategia *Onshoring*. Su objetivo es mantener bajos los costos de producción (comúnmente mano de obra), al mismo tiempo que proporciona diversificación geográfica del riesgo. La tercera ola se refiere a la estrategia de Deslocalización, caracterizada por la reasignación de la producción a ubicaciones con los costos generales de producción más bajos (énfasis, nuevamente, en la mano de obra), independientemente de la proximidad geográfica a las ubicaciones que originaron y albergaron las corporaciones. Este es el caso de una estrategia de minimización de costos que se combina con intereses de corporaciones con *footprint* global. Estas tres olas



Esperamos que, a esta altura, já esteja clara para o leitor a razão pela qual acreditamos que uma nova onda de estratégia de localização esteja se formando

constituyen estrategias basadas en el conductor de costo mínimo.

La cuarta ola se caracteriza por el movimiento *Offshore-to-Onshore*, al igual que la quinta ola se caracteriza por el movimiento *Offshore-to-Nearshore*. En ambas estrategias, el generador de valor es el enfoque en el cliente. Los costos, obviamente, se incrementan, pero el foco de la rentabilidad pasa a ser la obtención de ingresos incrementales resultantes de la diferenciación de los servicios prestados, con énfasis en los temas de comunicación con los clientes y *delivery*. Pero todavía hay factores políticos involucrados. Esto se debe a que el traslado de la industria a Asia no ha sido fácil. El estancamiento económico de las antiguas regiones industriales en EE.UU. y Europa provocó el surgimiento de controversias sobre los beneficios de la globalización, que repercutieron en movimientos políticos antiglobalización organizados, que culminaron en hechos de grandes proporciones, como el *Brexit*¹². La crisis en el suministro de medicamentos y otros insumos importados de China y el colapso de la logística durante la pandemia darían aún más munición a los críticos de la globalización. Fue en este entorno, regado por la creciente disputa geopolítica entre EE.UU. y China, donde se fraguaron los conceptos de *Nearshoring* y *Reshoring*, que predicen las supuestas virtudes de traer de vuelta a casa las plantas industriales norteamericanas y europeas que operan en Asia.

El estudio de CBRE también sugiere la posibilidad de la formación de una sexta ola, caracterizada por *Endshoring*,

y una séptima ola, caracterizada por *Rightshoring*. La sexta ola está intrínsecamente relacionada con temas de seguridad en el suministro de máquinas, equipos, partes, piezas, productos e insumos. La motivación detrás de este movimiento surge de las experiencias traumáticas proporcionadas por los efectos adversos de la pandemia de COVID-19. Finalmente, la séptima ola, *Rightshoring*, involucra la mejor combinación de costo y eficiencia, destacando la estrategia de localización basada en la disponibilidad local de profesionales en las áreas STEM (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*), así como talentos en las áreas de Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial.

Un punto para destacar es que la creciente automatización de las operaciones productivas ha reducido la necesidad de grandes contingentes de trabajadores *blue collar*, de la misma manera que el creciente uso de la ciencia de datos y la inteligencia artificial ha reducido la necesidad de grandes contingentes de “*white collar*” incluyendo profesionales en las áreas STEM, entre otros. Por otro lado, un aspecto merece ser destacado en esta discusión: la automatización industrial, el entrenamiento de modelos de inteligencia artificial (*machine learning* y *deep learning*) y la minería de datos consumen y seguirán consumiendo cantidades crecientes, y en modo alguno despreciables, de energía (este tema se tratará más adelante).

Este informe propone la adición de una nueva estrategia de localización a la taxonomía antes mencionada. Esta es la estrategia Powershoring, que busca aportar el mayor valor potencial de EVA a través del acceso a energía limpia, renovable, segura, económicamente viable y competitiva.

Sin embargo, el cálculo económico para determinar la mejor ubicación geográfica de las plantas productivas hoy en día es más complejo que el utilizado en el pasado. En la gran mayoría de las situaciones, una ventaja competitiva en una dimensión puede verse total o parcialmente contrarrestada por una desventaja competitiva en otra dimensión. Por ejemplo, locaciones que tienen ventajas competitivas en costos de operación (con mano de obra y logística, por ejemplo), bajo situaciones de estabilidad, pueden volverse económicamente inviables ante la mera expectativa de inestabilidades y conflictos. En esta hipotética situación, la baja resiliencia a choques y eventos eleva la prima de riesgo de los proyectos, elevando también sus costos de capital, cuyo impacto

negativo puede contrarrestar las ganancias derivadas de las ventajas iniciales, hasta ahora obtenidas a través del ahorro de costos operativos.

La idea de ubicar una planta de producción donde haya energía disponible no es nueva. En realidad, el hecho es que la industria manufacturera fue originalmente concebida para estar físicamente conectada a su fuente de energía. Hasta mediados del siglo XIX, la segmentación espacial de la producción de energía y la producción de bienes no era tecnológicamente factible. Con el desarrollo de las tecnologías de generación, transmisión y distribución de electricidad, se rompió esta rigidez locacional, como destaca PINTO JÚNIOR (2007)¹³:

“La electricidad, gracias a su gran transmisibilidad (desplazamiento en el espacio sin pérdidas) y flexibilidad (conversión simple y eficiente en calor, trabajo e iluminación), liberó a las máquinas y herramientas de la restricción de ubicación, haciendo omnipresente la energía y poniéndola al alcance de todos. (Pinto Júnior, 2007 p. 152).

Otro paso importante en esta dirección (la ubicuidad de la energía) fue el desarrollo de tecnologías para la extracción, producción, refinación y transporte de combustibles fósiles. De hecho, el petróleo originó la industria energética más competitiva y fundó la base techno energética del desarrollo del siglo XX (Pinto Júnior, 2007).

Por otro lado, dicho progreso económico no avanzaba sin la ocurrencia de efectos adversos igualmente impactantes y nocivos. El primero de ellos fue el advenimiento y protagonismo de la geopolítica energética a partir de la segunda mitad del siglo XX. La gran mayoría de los conflictos diplomáticos y armados de la época (incluyendo guerras, invasiones, revoluciones y atentados terroristas) tienen algún grado de relación con la geopolítica de la energía, incluyendo temas relacionados con el petróleo y la energía nuclear. El segundo efecto está relacionado con cuestiones ambientales, más específicamente con las emisiones masivas de dióxido de carbono (CO₂) proporcionadas por la quema de combustibles fósiles y su impacto adverso en la Ozonosfera (o capa de ozono), conocido como “efecto invernadero”.

Con base en los puntos desarrollados en los párrafos anteriores, en este informe se abordan algunas preguntas:

¹² Se puede encontrar una discusión detallada de la frustración de los diferentes grupos económicos con los efectos de la globalización en: Stiglitz, Joseph (2002). *Globalization and Its Discontents*. W. W. Norton & Company: New York

¹³ Pinto Júnior, Helder (2007). *Economia da Energia*. 1ª Edição Campus Elsevier: São Paulo.



- ¿Por qué debemos creer en un nuevo protagonismo de la ubicación de las fuentes de recursos energéticos para las decisiones de asignación óptima de las plantas productivas alrededor del mundo?
- La rigidez que en el pasado unía espacialmente máquinas y herramientas con las fuentes de energía disponibles constituía un obstáculo para las ganancias de productividad y la creación de valor. ¿Deberíamos esperar algo diferente de la estrategia Powershoring?
- ¿Qué países y regiones disfrutaron de las mayores ventajas comparativas en la producción de energía limpia y renovable?
- ¿Qué proyectos de inversión disfrutarían de más ventajas competitivas al explorar la estrategia Powershoring?

Una respuesta provisional a las dos primeras preguntas es que, esta vez, la naturaleza de esta unión tiene un carácter diferente por al menos dos razones. La primera es de carácter geopolítico y geoeconómico y la segunda razón es de carácter tecnológico. Primero, factores geopolíticos y geoeconómicos recientes han amenazado y, en algunas situaciones, incluso comprometido la logística de distribución de energías tradicionales (combustibles fósiles), reduciendo así la seguridad energética de importantes economías alrededor del mundo, lo que ha resultado en inflación de costos y aumento de riesgos asociados a la discontinuidad del suministro de energía residencial

e industrial. En segundo lugar, si bien las energías limpias y renovables aún enfrentan desafíos logísticos y de intermitencia –lo que implica una especie de “regreso al pasado”, donde la rigidez de ubicación de las plantas productivas por cuestiones energéticas era la regla –, sus costos están disminuyendo y, en este momento, ya se presentan como alternativas altamente competitivas a las tradicionales energías “ubicuas”.

Sin embargo, incluso considerando las reducciones sustanciales en los costos nivelados de la energía eólica y solar fotovoltaica en la última década, aún se plantean algunos desafíos para la integralidad de la transición energética para dichas tecnologías. La primera está relacionada con su carácter intermitente, es decir, la energía solar, por ejemplo, sólo se produce cuando hay exposición al sol. De la misma manera, la producción de energía eólica requiere viento.

El segundo desafío es logístico. Las fuentes limpias y renovables, como la solar y la eólica, ya cuentan con “prototipos de tecnologías de almacenamiento”, es decir, dichas energías han sido utilizadas para producir H2V. Sin embargo, la logística de transporte del H2V sigue siendo un gran desafío tecnológico. Asimismo, si bien la conversión de la energía solar y eólica en electricidad es relativamente sencilla, su transmisión a largas distancias requiere inversiones en infraestructura para sistemas de transmisión, distribución, estaciones y subestaciones.

Por tanto, este conjunto de obstáculos implica una falta de complementariedad entre la capacidad de producir y la capacidad de transportar energía limpia

y renovable. Los recursos para la producción son abundantes (en algunos lugares más que en otros) y los avances tecnológicos y las economías de escala han reducido sus requerimientos de capital y costos incrementales. Sin embargo, las mismas facilidades que se encuentran en la producción, no se encuentran en el transporte y transmisión de tales energías.

La cuestión de la intermitencia de estas energías limpias y renovables aumenta la complejidad del problema y los desafíos para la integralidad de la transición energética. En estos casos, la seguridad energética del sistema requiere de capacidad de *back-up* (capacidad de energía gestionable), preferentemente por otras energías limpias y renovables y/o de almacenamiento.

La energía nuclear, por ejemplo, se ha considerado candidata en estos casos, ya que es una energía limpia (no emite gases de efecto invernadero). Sin embargo, es agotable y no renovable, además de que su producción se enfrenta a crecientes restricciones, especialmente tras el accidente de la Central Nuclear de Fukushima I (Japón), en marzo de 2011. La energía eléctrica también es un candidato potencial (por ser limpia y renovable), pero requiere grandes inversiones en la expansión de las líneas de transmisión y un cambio en la forma en que se organizan los mercados eléctricos (Guimarães, 2021). El gas natural, a su vez, puede servir como combustible de transición en esta tarea. Sin embargo, se trata de una energía no renovable. Aunque se considera la más limpia entre las energías derivadas de combustibles fósiles, es importante reconocer que tiene una función importante que desempeñar para varios países de ALC. También es necesario reconocer la controversia en Europa y en otras partes sobre su uso para la descarbonización.

Esto significa que garantizar la seguridad energética en un sistema basado exclusivamente en energías limpias y renovables es un gran reto a corto y medio plazo, probablemente difícil de alcanzar para la gran mayoría de países y regiones. Asimismo, el desafío tecnológico de operar una planta industrial completamente descarbonizada, con la debida seguridad energética, no es de los más triviales. Este requisito implica la necesidad de que esta planta industrial se ubique en un espacio geográfico donde se pueda disponer de diferentes energías limpias y renovables en régimen complementario, a precios competitivos.

Este conjunto de desafíos y complejidades abre una ventana de oportunidad para algunas economías alrededor del mundo y, en particular, para ALC. A lo largo de este informe, examinamos países seleccionados de la región que tienen un gran potencial para enfrentar tales desafíos, además de servir como benchmarking para iniciativas, arreglos institucionales y la formulación de políticas públicas para otros países de la región.



POWERSHORING: ¿POR QUIÉN?

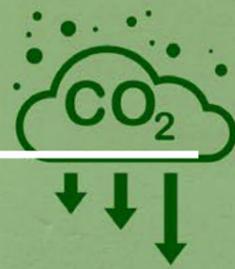


Foto: Adobe Stock

SEGURIDAD ENERGÉTICA CON FUENTES LIMPIAS Y RENOVABLES

Como ya se mencionó, el propósito de este informe es presentar el concepto de Powershoring y la evidencia de que ALC tiene economías con entornos favorables para atraer inversiones basadas en esta estrategia. Sin embargo, no es posible ser exhaustivo en este texto. Hemos seleccionado un grupo de economías representativas que reflejan la heterogeneidad de la Región¹⁴. Examinamos los casos de Brasil, Chile, Colombia y Uruguay.¹⁵

Para iniciar el análisis del potencial de estas economías para Powershoring, el primer paso fue evaluar la composición actual de las respectivas matrices energéticas.

La Figura 1 presenta un cuadro con las matrices de cada uno de los países seleccionados, así como la matriz mundial, sirviendo aquí como parámetro de comparación.

FIGURA 1. MATRICES ENERGÉTICAS – PAÍSES SELECCIONADOS 2020

Matriz Energética - Países Seleccionados, 2020									
Fuentes Energéticas	Brasil		Chile		Colombia		Uruguay		Mundo
	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	%
Carbón Mineral	587272	5%	281610	18%	185331	11%	159	0%	27%
Gas Natural	1258436	11%	202028	13%	438213	26%	2504	1%	23%
Nuclear	153301	1%	0	0%	0	0%	0	0%	5%
Hidro	1426778	12%	78743	5%	179918	11%	14738	7%	3%
Biocombustibles y Biomasa	4044054	34%	330666	21%	227599	14%	93709	43%	43%
Petróleo	4134734	35%	636247	40%	642154	38%	87756	40%	32%
Solar, Eólica etc	28818	72%	59560	4%	759	0%	21375	10%	0%
Total	11892762	100%	1588854	100%	1673974	100%	220241	100%	100%
HHI Concentración	0,27		0,26		0,26		0,35		0,24
Contribución de energía fósil (%)	50,3%		70,5%		75,6%		41,1%		82,0%

Fuente: International Energy Agency, [iea.org: https://www.iea.org/countries](https://www.iea.org/countries)

¹⁴ Tampoco será posible agotar la discusión en torno al potencial del Powershoring en estos países. Algunos de ellos tienen dimensiones continentales y existe una gran heterogeneidad entre sus propias regiones internas y estados, incluso en términos de potencial de energía limpia y renovable..

¹⁵ En la segunda fase de este estudio examinaremos otro conjunto de economías de la región.



Las cantidades para cada una de las fuentes que componen las matrices se especifican en Terajoules (TJ). La composición de las matrices incluye carbón mineral, gas natural, energía nuclear, energía hidroeléctrica, biocombustibles y biomasa, petróleo y el grupo de otras fuentes, que incluye energías limpias y renovables, como la solar fotovoltaica y la eólica. Adicionalmente, se especifican en términos porcentuales las contribuciones de cada una de estas fuentes en la constitución de las matrices. En el caso de la matriz mundial, que servirá para fines comparativos, sólo nos interesa su composición con los aportes porcentuales de cada una de las fuentes de energía.

El primer punto a destacar es que todos los países de ALC seleccionados tienen porcentajes de uso de carbón mineral inferiores a la matriz mundial. El carbón corresponde al 27% de la composición de la matriz mundial. El país seleccionado con mayor porcentaje de esta fuente es Chile, con un 18%. El destaque positivo es el caso de Uruguay, cuya matriz energética está completamente libre de carbón mineral.

En cuanto al gas natural la fuente de energía más limpia entre las derivadas de combustibles fósiles -, Colombia tiene un aporte del 26%, levemente superior al aporte del gas natural en la matriz mundial, que es del 23%. Los demás países seleccionados son menos intensivos en el uso de gas natural, destacando, nuevamente, el caso de Uruguay, donde el aporte del gas natural a la composición de la matriz es solo del 1%.

En cuanto a la energía nuclear, sólo Brasil hace aporte a su matriz, con el 1%. El aporte de la energía nuclear a la matriz mundial es del 5%. Sin embargo, cabe señalar que la producción y el consumo de energía nuclear está muy concentrado en un número muy reducido de países.

El potencial de generación hidroeléctrica en la región se refleja en el hecho de que todas las economías seleccionadas tienen aportes superiores a la matriz global, que es solo del 3%. En los casos de Brasil y Colombia, dichas contribuciones alcanzan el 12% y el 11%, respectivamente. Un resultado similar se identifica en el caso de los biocombustibles y la biomasa. Todas las economías seleccionadas presentan aportes por encima del parámetro mundial del 10%. En este caso, los destaques son Uruguay y Brasil, cuyas participaciones

son del 43% y 34%, respectivamente. En el caso del petróleo, todas las economías seleccionadas también tienen participaciones por encima del parámetro comparativo global del 32%. En los casos de Chile y Uruguay este porcentaje llega al 40%.

Finalmente, en lo que respecta a otras energías limpias y renovables, como la solar y la eólica, se puede observar que los resultados en 2020 aún eran incipientes en todo el mundo. En el caso de la matriz mundial, el aporte de estas energías fue irrelevante (cerca del 0%). En los casos de Uruguay y Chile, ya se destacaron los aportes, con participaciones del 10% y 4%, respectivamente.

Una segunda medida para evaluar la composición de las matrices energéticas es el índice de concentración de *Herfindahl-Hirschman* (HHI). El índice varía entre cero y uno, donde cuanto más cerca de la unidad, mayor es el grado de concentración. Por ejemplo, una matriz con un solo tipo de fuente de energía (concentrando 100% de participación) tendría un HHI igual a la unidad. El HHI de una matriz ampliamente diversificada tendería al valor de cero.

Se puede observar que las matrices de todos los países seleccionados de la región tienen niveles de concentración superiores a la matriz mundial (HHI de 0,24). En la mayoría de los casos, el diferencial es pequeño, lo que sugiere que los grados de concentración no son muy diferentes al nivel mundial, con excepción del caso de Uruguay, donde el índice de concentración es de 0,35¹⁶.

Finalmente, evaluamos un último indicador: la contribución de la suma de energías de origen fósil para cada una de las matrices. En el caso de la matriz mundial, este porcentaje es del 82%. Esta medida es menor para todos los países seleccionados, con énfasis en Uruguay y Brasil, con porcentajes de 41,1% y 50,3%, respectivamente. Este indicador puede dar una idea de la dimensión del desafío impuesto a cada país en términos de descarbonizar sus matrices energéticas.

Por lo tanto, con base en los datos reportados en la tabla de la Figura 1, podemos concluir que los países seleccionados tienen grados de diversificación energética similares a los de la matriz mundial, sin embargo, tienen matrices con niveles de descarbonización mucho más

altos. En el caso de Uruguay, el grado de diversificación de las fuentes de energía es menor. Sin embargo, el 60% de su matriz energética está compuesta por fuentes de energía limpias y renovables.

Los datos de las matrices energéticas son analíticamente importantes, pero no reflejan, de manera aislada, el potencial y esfuerzo de transición energética de cada país. La información relacionada con las capacidades instaladas y la generación de electricidad (por fuentes

primarias) puede contribuir a agregar más elementos analíticos en este sentido. Así, a partir de ahora, se analizan los datos de capacidad instalada y generación de energía para 2021 de cada uno de los países seleccionados.

La Figura 2 presenta datos relacionados con la información de capacidad instalada en MW (Megavatios) por fuente primaria de energía en cada uno de los países seleccionados.

FIGURA 2. CAPACIDADE INSTALADA (MW) – PAÍSES SELECCIONADOS 2021

CAPACIDADE INSTALADA (MW) – PAÍSES SELECCIONADOS 2021								
Fuentes	Brasil		Chile		Colombia		Uruguay	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
Biocombustibles y Biomasa	15616	8,1%	414	1,4%	200	1,1%	425	8,5%
Carbón Vegetal	3453	1,8%	5062	17,2%	1658	9,2%	0	0,0%
Eólica	18877	9,8%	3184	10,8%	20	0,1%	1518	30,4%
Gas Natural	16977	8,8%	4348	14,7%	2684	14,9%	3	0,1%
Geotérmica	0	0,0%	45	0,2%	0	0,0%	0	0,0%
Hidro Grande	103001	53,5%	5653	19,2%	10976	61,1%	1538	30,8%
Hidro Pequeña	6351	3,3%	1185	4,0%	970	5,4%	0	0,0%
Nuclear	1990	1,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Otros fósiles	166	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	890	17,8%
Petróleo y Diesel	9047	4,7%	4257	14,4%	1119	6,2%	297	5,9%
Fotovoltaica Solar	17188	8,9%	5242	17,8%	333	1,9%	324	6,5%
Solar Térmica	0	0,0%	110	0,4%	0	0,0%	0	0,0%
Total	192667	100,00%	29500	100,00%	17959	100,00%	4994	100,00%
HHI Concentración	0,32		0,15		0,41		0,23	
Contribución Energías Fósiles (%)	15,4%		46,3%		30,4%		23,8%	

Fuente: CLIMATESCOPE by Bloomberg NEF: <https://global-climatescope.org/>

¹⁶ Un índice de concentración de HHI cercano a 0,25 sugiere que toda la matriz se concentra alrededor de aproximadamente cuatro fuentes relevantes distintas. Un HHI de 0.33 sugiere una concentración alrededor de aproximadamente tres fuentes relevantes diferentes.



Brasil y Colombia tienen una gran concentración de capacidad instalada en centrales hidroeléctricas. En el caso de Brasil, esta energía corresponde al 56,8% (53,5% de plantas grandes y 3,3% de plantas pequeñas) de la capacidad total. En el caso de Colombia, esta concentración es aún mayor, alcanzando el 66,5% (61,1% de plantas grandes y 5,4% de plantas pequeñas). También es relevante la participación de esta fuente en el caso de Uruguay: 30,8% (solo plantas grandes). Finalmente, en el caso de Chile, este porcentaje es del 23,2% (19,2% de plantas grandes y 4% de pequeñas).

El hecho de que los países de la región cuenten con grandes capacidades instaladas para la producción de energía hidroeléctrica les ha proporcionado, a lo largo del tiempo, la acumulación de una clase de activos relevantes y estratégicos: grandes redes interconectadas de transmisión y distribución de electricidad, incluyendo cientos de subestaciones. Por ejemplo, en el caso de Brasil, un país de dimensiones continentales, el número actual de subestaciones es de 772,¹⁷ además de contar con 3 de las líneas de transmisión más largas del mundo: Línea de transmisión Belo-Monte – Río de Janeiro, con 2.543 km; Enlace de transmisión del río Madeira, con 2.385 km; y Línea de transmisión Belo Monte - Estreito, con 2.092 km¹⁸.

Además de brindar una amplia infraestructura de transmisión y distribución, el hecho de que los países de la región cuenten con un conjunto de parques hidroeléctricos instalados con una gran capacidad de producción, también “permite una gran ventaja para las renovables, en la medida en que cada unidad de energía generada por ellas representa un ahorro de agua, que queda en los embalses” (Guimarães, 2021)²⁰. Adicionalmente,

dicha complementariedad entre energías renovables brindaría mayor seguridad energética a un potencial sistema 100% descarbonizado y renovable, ya que la energía de origen hidroeléctrico puede servir de *back up* al sistema compuesto por fuentes renovables intermitentes. También hay que considerar que buena parte de los activos hidroeléctricos de esos países ya se han amortizado y, por tanto, tienen un coste marginal de energía especialmente bajo.

Se vio que los países seleccionados de la región tienen matrices energéticas más descarbonizadas que la matriz energética mundial. Pero el camino para descarbonizar completamente estas matrices aún es largo. Sin embargo, los datos de capacidad instalada en 2021 ya muestran signos muy prometedores en este sentido, con énfasis en Brasil y Uruguay, cuya contribución a la capacidad instalada de fuentes de energía fósil es de solo 15,5% y 23,8%, respectivamente. Si bien este porcentaje sigue siendo alto para Chile, 46,3%, la contribución de la energía solar y eólica a su capacidad instalada es igualmente alta, 28,6%.

El caso de Colombia merece mención. Si bien el porcentaje de fuentes de energía fósil corresponde al 30,4% de su capacidad instalada, este mismo porcentaje para el caso de las fuentes utilizadas en la generación de electricidad es solo del 16,6%, como se puede observar en el cuadro de la figura 3, que reporta el aporte de cada una de las diferentes fuentes de energía en la generación de electricidad en estos países, medida en GWh (Gigavatio-hora). Si bien las cifras reportadas en la tabla aún no reflejan su potencial de generación eléctrica a partir de la energía solar y eólica, lo cierto es que Colombia tiene un potencial energético considerable basado en energías limpias y renovables.

FIGURA 3. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD (GWH) – PAÍSES SELECCIONADOS 2021

Generación de Eletricidad (GWh) - Países Seleccionados 2021								
Fuentes	Brasil		Chile		Colombia		Uruguay	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Biocombustibles y Biomasa	51711	7,9%	2014	2,6%	788	1,1%	2026	14,3%
Carbón	17585	2,7%	27444	35,4%	4246	5,7%	0	0,0%
Eólica	72286	11,0%	5931	7,7%	61	0,1%	4962	35,1%
Gas Natural	86861	13,2%	14476	18,7%	7672	10,4%	0	0,0%
Geotérmica	0	0,0%	320	0,4%	0	0,0%	0	0,0%
Hidro Grande	341745	52,1%	12646	16,3%	54592	73,8%	6239	44,1%
Hidro Pequeña	21073	3,2%	3829	4,9%	5904	8,0%	0	0,0%
Nuclear	14705	2,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Otros fósiles	15146	2,3%	0	0,0%	0	0,0%	399	2,8%
Petróleo y Diesel	18244	2,8%	2704	3,5%	347	0,5%	103	0,7%
Fotovoltaica Solar	16752	2,6%	7918	10,2%	323	0,4%	425	3,0%
Solar Térmica	0	0,0%	154	0,2%	0	0,0%	0	0,0%
Total	656108	100,00%	77437	100,00%	73934	100,00%	14155	100,00%
HHI Concentración	0,32		0,15		0,41		0,23	
Contribución Energías Fósiles (%)	15,4%		46,3%		30,4%		23,8%	

Fuente: CLIMATESCOPE by Bloomberg NEF: <https://global-climatescope.org/>

¹⁷ <https://www.bnamericas.com/pt/analise/destaque-mapa-das-subestacoes-de-transmissao-de-energia-do-brasil#:~:text=Hoje%2C%20existem%20772%20subesta%C3%A7%C3%B5es%20em,nas%20regi%C3%B5es%20Sudeste%20e%20Sul.>

¹⁸ Ver: <https://www.power-technology.com/features/featurethe-worlds-longest-power-transmission-lines-4167964/>

²⁰ Guimarães, Leonam (2021). “A Geopolítica da Energia de Baixo Carbono”. Em A Geopolítica da Energia do Século XXI. Guilherme Góes (Org). Editora Sinergia: Rio de Janeiro/RJ.

Colombia ya cuenta con generación eléctrica relativamente limpia, ya que el 70%-80% de su energía es generada por 30 centrales hidroeléctricas distribuidas a lo largo del país (Velandía y Guzmán, 2021)²¹. El país tem realizado esfuerzos en la implementação de una agenda de diversificação energética priorizando energías limpas e renováveis, incluindo as energías eólica e solar fotovoltaica.

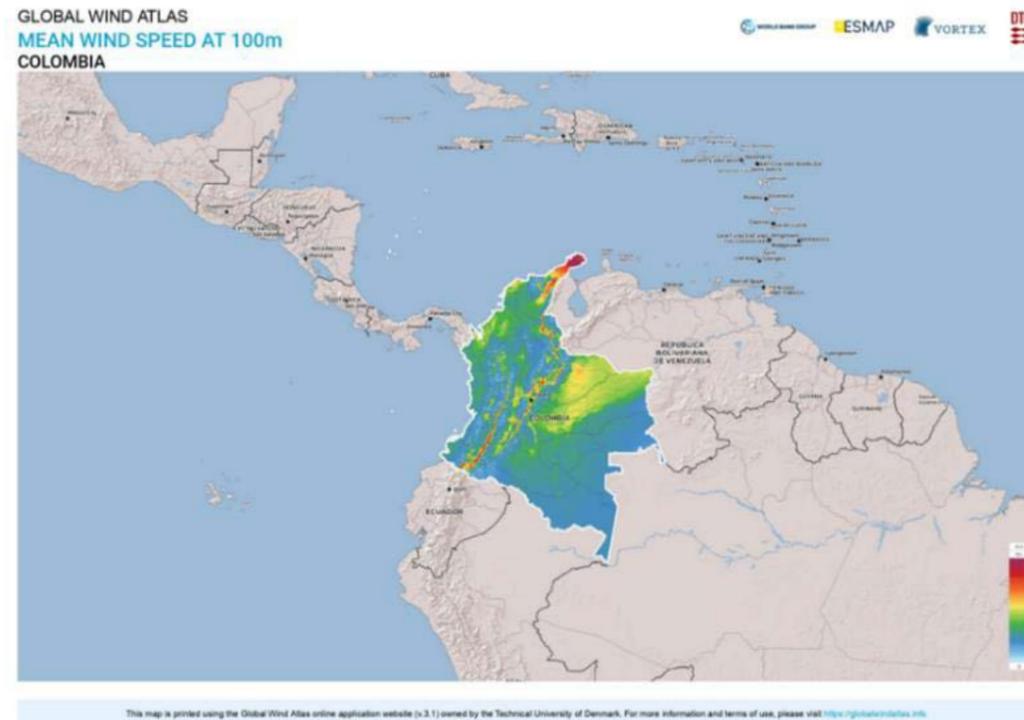
El país se ha esforzado por implementar una agenda de diversificación energética que priorice las energías limpias y renovables, incluidas la eólica y la solar fotovoltaica.

La Figura 4 muestra el mapa de la velocidad promedio del viento a 100 m (métrica de potencial de viento) en las diferentes regiones del país. La región de La Guajira, departamento ubicado al norte del país, juega un papel clave en esta estrategia de transición, ya que tiene un gran potencial para la producción de estas formas de energía. Por ejemplo, la velocidad promedio del viento en

la región es de 9 m/s (20,1 millas/hora) a una altitud de 100 m, mientras que la radiación solar promedio diaria es de 4,5 kWh/m² (Power Technology, 2020). Estos son parámetros muy promisorios de potencial productivo. Adicionalmente, según estimaciones de IRENA, "Colombia tiene el potencial de tener el cuarto precio más bajo de H2V en 2050, solo superado por China, Chile y Marruecos" (Bnamericas, 2022)²³.

Por lo tanto, Colombia tiene una ubicación que combina potencial tanto para la producción de energía eólica como para la producción de energía solar fotovoltaica, mientras que esta complementariedad proporciona ventajas competitivas para la producción de H2V. Adicionalmente, como se verá a continuación, el país cuenta con una excelente infraestructura portuaria en esa región. La región de La Guajira dista aproximadamente 340 km del Puerto de Cartagena (uno de los más grandes de ALC) y aproximadamente 140 km del Puerto de Santa Marta.²⁴

FIGURA 4. POTENCIAL EÓLICO (VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 100M) - COLOMBIA



Fuente: Worldbank Group, ESMAP, DTU Wind Energy & VORTEX

²¹ Velandía e Guzmán (2021). "Colombia: A renewable energy powerhouse?". Global Americans. Ver: <https://theglobalamericans.org/2021/11/colombia-a-renewable-energy-powerhouse/>

²² Power Technology (2020). "Colombia boasts a strong solar PV and wind push to reduce dependence from vulnerable hydro generation to a resilient green generation mix, says GlobalData". Ver: <https://www.power-technology.com/comment/colombia-solar-pv-wind-dependence-hydro-generation/>

²³ Bnamericas (2022). "Colômbia será o principal exportador de hidrogênio da América Latina e terá o quarto menor preço do mundo em 2050". Bnamericas. Ver: <https://www.bnamericas.com/pt/noticias/colombia-sera-o-principal-exportador-de-hidrogenio-da-america-latina-e-tera-o-quarto-menor-preco-do-mundo-em-2050>

Volviendo a los datos de la Figura 3, podemos ver que, en el caso de Brasil, la contribución de la energía solar fotovoltaica a la generación eléctrica es aún incipiente (2,6%). Por otro lado, la contribución de la energía eólica ya empieza a cobrar relevancia. Brasil es un país de dimensiones continentales, por lo que es normal que presente diferentes regiones con mayor o menor potencial para la producción de energía solar fotovoltaica y eólica. En el caso del potencial eólico, se destacan las regiones del Nordeste y el extremo sur, como se puede apreciar en la figura 5, que presenta el mapa de potencial eólico del país.

El país también cuenta con una amplia gama de territorios donde la radiación solar es alta y el potencial de producción de energía solar fotovoltaica es grande. Cabe mencionar la región Noreste del país que, al igual que la región de La Guajira en Colombia, combina potencial para la producción de energía eólica y potencial para la producción de energía solar fotovoltaica. Adicionalmente, la región presenta una correlación negativa entre las curvas de producción de estas energías, ya que la curva de producción eólica alcanza su vértice durante la noche, característica

muy importante para mitigar los problemas de intermitencia de los sistemas basados en energías limpias y renovables y para la producción de H2V a precios muy competitivos.

Entre la lista de aplicaciones H2V potenciales se encuentra la generación de back-up del sistema. De acuerdo con una nota técnica elaborada por la Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - empresa pública vinculada al Ministerio de Minas y Energía de Brasil - titulada "Bases para la Consolidación de la Estrategia Brasileña de Hidrógeno" (EPE, 2021), la aplicación del hidrógeno para back-up constituye una de las aplicaciones económicamente viables y competitivas para el año 2030.²⁵

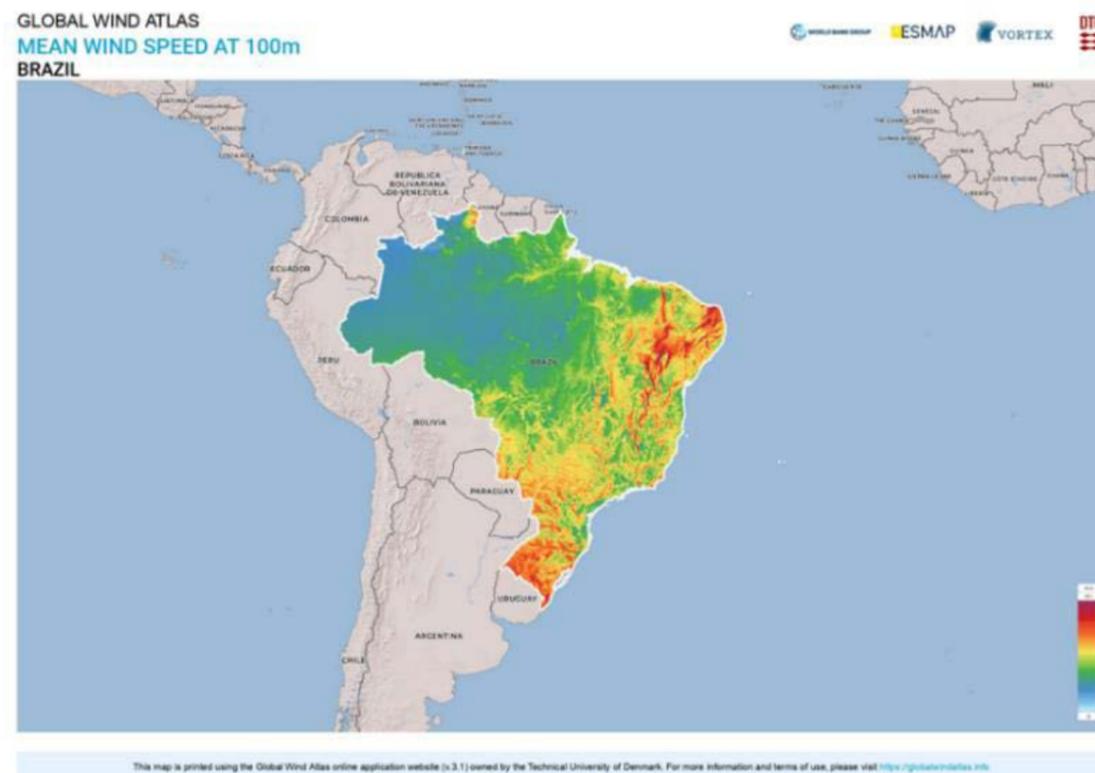
Aún con respecto a los datos de la Figura 3, la energía solar fotovoltaica y la energía eólica ya están ganando relevancia para la generación eléctrica en Chile. Al igual que los demás países analizados, la tendencia es que estos porcentajes crezcan bastante rápido, ya que Chile también tiene un gran potencial competitivo en materia de seguridad energética basada en la complementariedad de energías limpias y renovables.²⁶

²⁴ Colombia tiene varias especificidades que la hacen especialmente atractiva para el Powershoring, además de su capacidad de producción de energía verde y renovable. Entre ellas se incluyen su salida al Atlántico y al Pacífico, su relativa proximidad a las costas este y oeste de los Estados Unidos, y acuerdos comerciales con los Estados Unidos, la Unión Europea, el CPTPP y la Alianza del Pacífico. Ecopetrol tiene previsto iniciar pronto la construcción de dos plantas de producción de hidrógeno verde con una capacidad combinada de 120 megavatios de electrólisis. Se espera que la producción de hidrógeno comience en 2026.

²⁵ Brasil cuenta con un excepcional potencial de producción de biocombustibles y de energía verde a partir de la biomasa, que es abundante y barata en varias partes del país. Varios proyectos de energía a partir de la biomasa se encuentran en fase de desarrollo y se sumarán a las demás formas de energía verde y renovable, ampliando la diversificación de las fuentes de energía, lo que es una gran ventaja competitiva y fuente de resiliencia. El país ya hace uso masivo de biocombustibles en el transporte, lo que lo sitúa en una posición de liderazgo en bajas emisiones en transporte a combustión a nivel mundial. Se encuentra en fase de desarrollo en el país tecnologías de motores de automóviles híbridos que combinan etanol y electrificación, lo que podría aumentar aún más esa posición de liderazgo. Simulaciones recientes muestran que un automóvil a etanol en Brasil emite menos CO2 que los automóviles eléctricos en Europa debido a las emisiones en las cadenas de valor. Brasil también está desarrollando tecnologías innovadoras de celdas de combustible a partir de la conversión del etanol en hidrógeno en la estación de servicio o en el propio vehículo para la generación de electricidad, lo que promete ser un paso importante en la descarbonización y en la agenda de nuevos negocios verdes. La Universidad de São Paulo en asociación con el SENAI, Raízen, Shell, Volkswagen, Hytron están involucrados en este proyecto. En la misma línea de fuentes alternativas, se está estudiando la construcción en el estado de Bahía de una gran planta de producción de diésel y queroseno de aviación verdes (SAF) a partir del aceite de soja, el aceite de macaúba y el aceite de dendê, así como la producción de hidrógeno verde a partir de estas mismas fuentes.

²⁶ Chile cuenta con diversas condiciones favorables para beneficiarse del Powershoring y convertirse en una gran plataforma de producción y exportación de productos industriales verdes. Entre ellas se incluye el enorme excedente de energía verde y renovable (solar), que puede ser utilizado para abastecer fábricas y electrolizadores con importantes efectos en la competitividad, y tratados de libre comercio con acceso preferencial a mercados como Estados Unidos, Corea del Sur, Japón, China, Unión Europea, México, Canadá y el CPTPP.

FIGURA 5. POTENCIAL EÓLICO (VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 100M) - BRASIL



Fuente: Worldbank Group, ESMAP, DTU Wind Energy & VORTEX

El Desierto de Atacama, región árida con una extensión territorial de 104.741 km², recibe la mayor radiación solar del mundo, con aproximadamente 4.000 horas de luz solar al año, lo que le otorga una importante ventaja comparativa para la producción de energía solar fotovoltaica en una gran escala. La energía eólica también se produce a niveles muy competitivos en el extremo sur de Chile, en el Estrecho de Magallanes. La región, que incluye la Patagonia y Tierra del Fuego, se encuentra entre las más ventosas del planeta (ver mapa en la figura 6) junto con Groenlandia, Somalia y el Himalaya. El país también cuenta con una política nacional y metas ambiciosas para la producción de H2V, además de albergar un número considerable y creciente de empresas dedicadas a proyectos H2V.²⁷

²⁷ Para potencializar los beneficios de la energía verde y renovable producida en estas regiones, será necesario aumentar las inversiones en redes de transmisión y almacenamiento de energía.

FIGURA 6. POTENCIAL EÓLICO (VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 100M) - CHILE



Fuente: Worldbank Group, ESMAP, DTU Wind Energy & VORTEX

Uruguay también se ha destacado por su papel en la producción de energía limpia y renovable. Por ejemplo, “Entre 2017 y 2020, el 97% de la producción eléctrica de Uruguay provino de fuentes renovables, lo que lo convierte en líder mundial junto a Dinamarca, Irlanda y Portugal” (Uruguay XXI, 2022)²⁸. Según los datos de la tabla de la Figura 3, la energía eólica aporta el 35,1% a la generación eléctrica, mientras que la energía solar fotovoltaica aporta el 3%. El potencial eólico del país es altísimo, como se puede apreciar en el mapa de la figura 7.

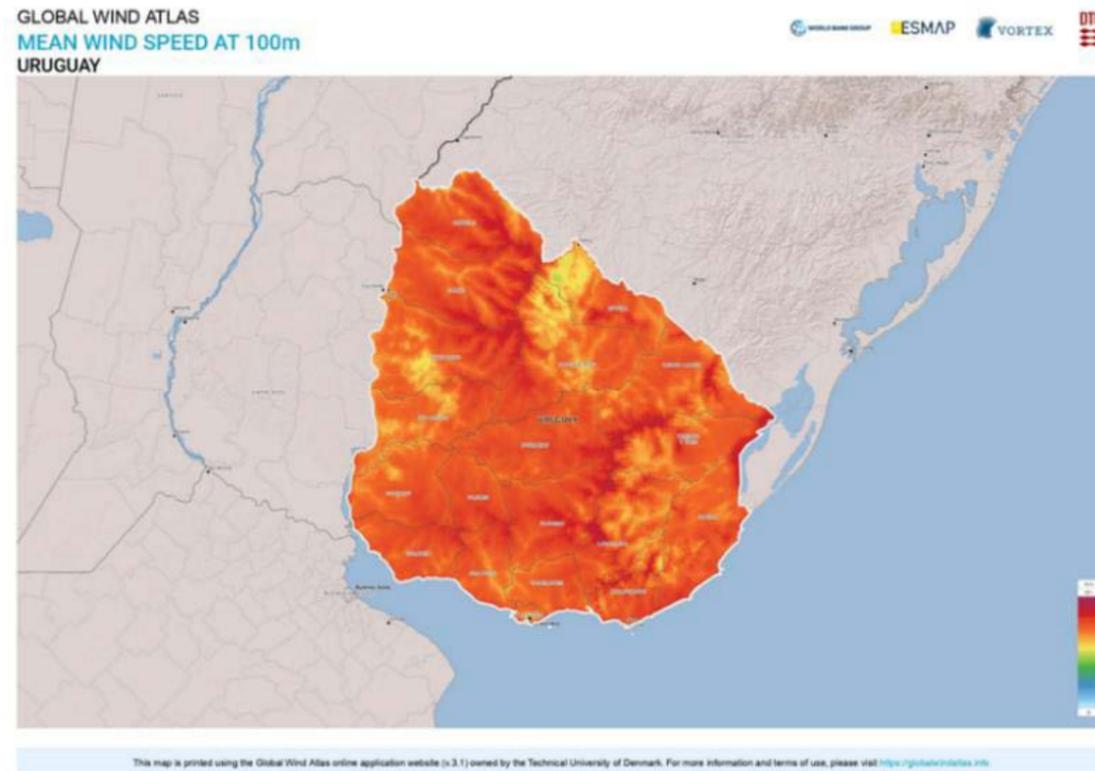
En cuanto a la energía eólica, el país cuenta con 41 parques eólicos en operación, con una capacidad instalada de 1.506 MW. En cuanto a parques de producción de energía solar fotovoltaica, el país cuenta con 19 plantas de gran escala, con una potencia aproximada de 229 MW, además de la potencia generada en plantas de pequeña escala, que suman una capacidad de 30 MW (Uruguay XXI, 2022).²⁹

²⁸ Uruguay XXI (2022). “Energías Renovables Uruguay”. Promoción de Inversiones, Exportaciones e Imagen País. Ver: <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/bc3579a748313b4980f6ff6208110ed0be63a7fd.pdf>

²⁹ Uruguay también cuenta con condiciones que lo hacen especialmente atractivo para el Powershoring. Entre ellos, se incluyen la estabilidad política e institucional, políticas gubernamentales ambiciosas de descarbonización e infraestructuras. En este sentido, vale destacar el Ferrocarril Central, importante ferrocarril que estará disponible próximamente y que podría convertirse en un corredor industrial verde asociado al Puerto de Montevideo.



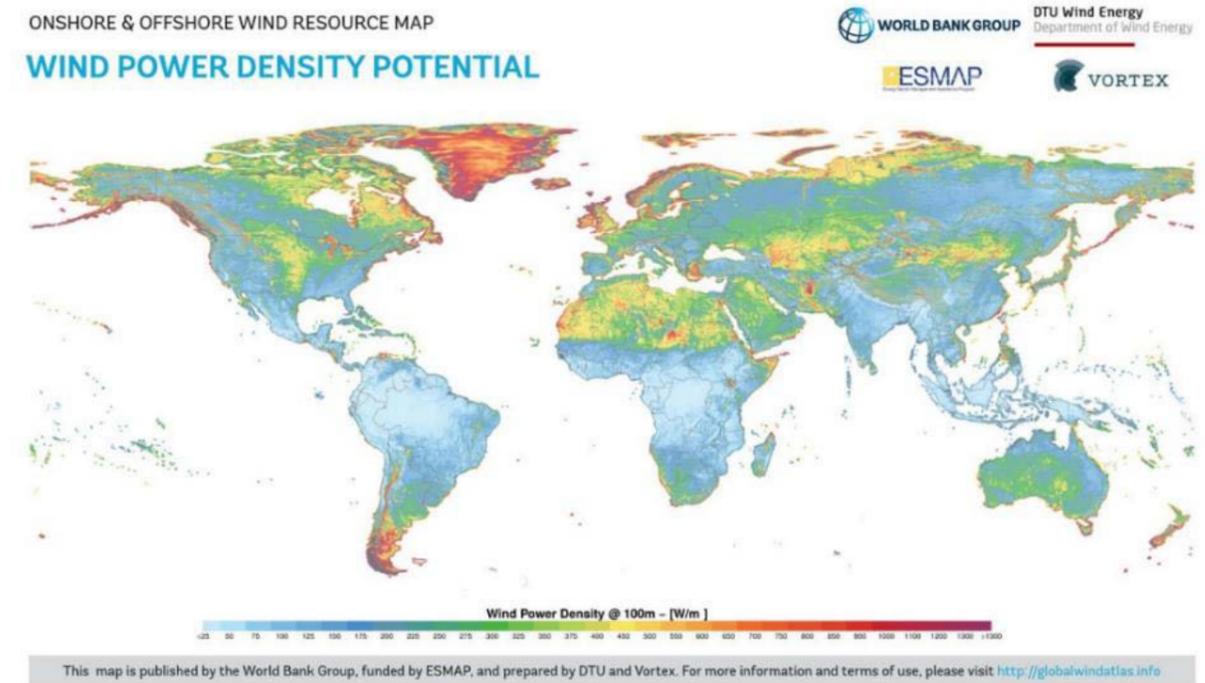
FIGURA 7. POTENCIAL EÓLICO (VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO A 100M) - URUGUAY



Fuente: Worldbank Group, ESMAP, DTU Wind Energy & VORTEX

Veamos ahora el potencial de ALC en comparación con otras regiones del mundo, para diferentes fuentes de energía limpia y renovable. La figura 8 presenta el mapa del potencial de producción de energía eólica en todo el mundo. Además de los países de la región ALC, también se destacan Groenlandia, las regiones canadienses de Quebec y Nunavut, los estados del centro de los EE.UU., así como Alaska, Reino Unido, Escandinavia, el norte de Rusia, Kazajistán, Afganistán, China, Mongolia, Oceanía, África Occidental y África del Norte.

FIGURA 8. MAPA DE POTENCIAL EÓLICO - MUNDO



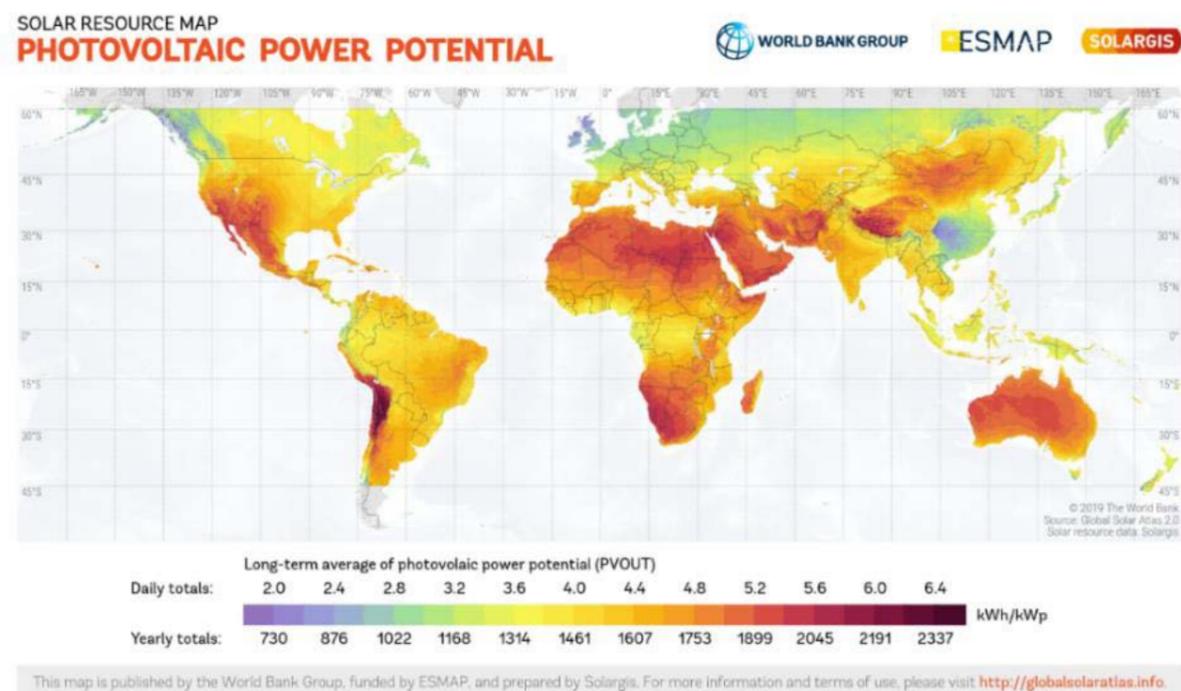
Fuente: Worldbank Group, ESMAP, DTU Wind Energy & VORTEX

La figura 9 presenta el mapa del potencial de producción de energía fotovoltaica³⁰ en todo el mundo. Además de ALC, también se destacan los estados de California, Arizona, Nuevo México y Texas en EE.UU., Australia, África del Norte y del Sur, la Península Arábiga y el Golfo Pérsico, China y Mongolia.

³⁰ Representado en términos de potencia fotovoltaica (PVOUT), medida en kWh/kWp, lo que significa kilovatios-hora (kWh) por kilovatio de potencia máxima (kWp).



FIGURA 9. MAPA DE POTENCIAL SOLAR - MUNDO



Fuente: Worldbank Group, ESMAP, DTU Wind Energy & VORTEX

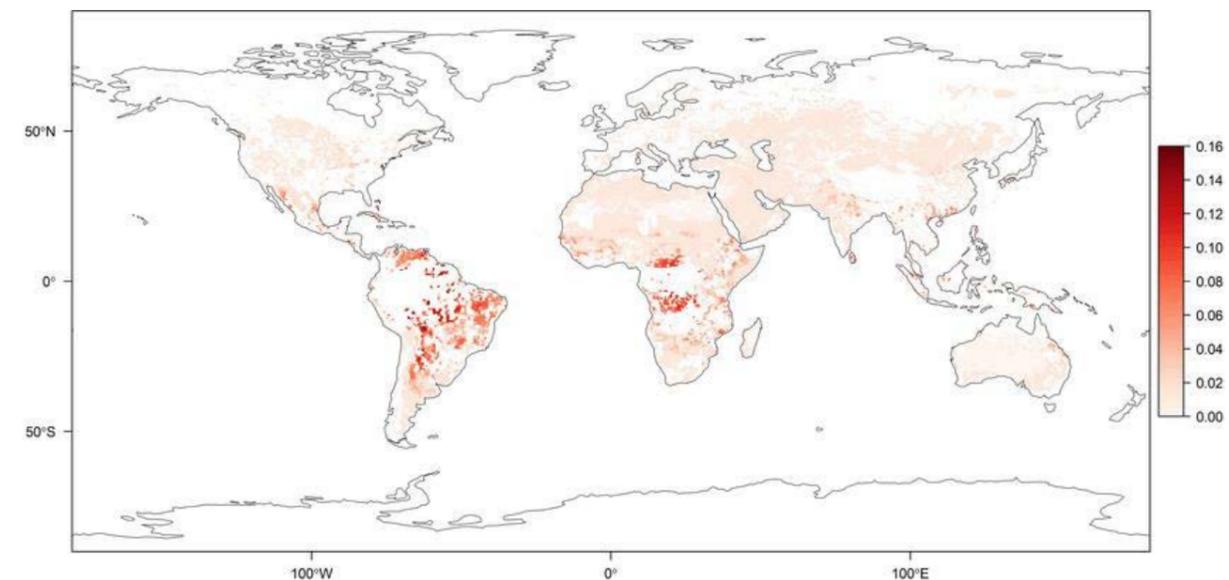
La Figura 10 muestra el mapa de una proyección del potencial bioenergético global para el año 2050. Dichos resultados se obtuvieron a partir de un modelo de simulación realizado por Wu et al (2019)³¹.

Los autores trabajan con nueve tipos diferentes de escenarios para mitigar los riesgos climáticos, incluidas diferentes políticas y medidas de protección ambiental. Aunque los resultados han variado considerablemente entre los diferentes escenarios, en todos ellos, los grupos clasificados como "Brasil", "Resto de Sudamérica" y "Resto de África" (excluyendo "África del Norte") concentran aproximadamente 3/4 de producción mundial de bioenergía.

En el escenario de "Política Ambiental Completa", los costos de producción (US\$/GJ) son los más altos posibles. Lo contrario ocurre para el caso del escenario "Sin Política", en el cual los costos de producción son los más bajos. Esto se debe a que el potencial de producción de bioenergía depende del uso de la tierra, que puede variar significativamente, dependiendo de las políticas de protección del suelo y la biodiversidad. En el escenario "Sin Política", la producción estimada del grupo "Brasil" es de 68 EJ/año (28% del potencial de producción global); la del grupo "Resto de Sudamérica" es de 67 EJ/año (27% del potencial de producción global); y el grupo "Resto de África" es de 54 EJ/año (22% del potencial de producción global).

³¹ Wu et al (2019). "Global advanced bioenergy potential under environmental protection policies and societal transformation measures". GCB Bioenergy. 2019 (11): p.1041-1055.

FIGURA 8. MAPA DE POTENCIAL BIOENERGÉTICO 2050



Fuente: Wu et al (2019)

Como puede verse en la información reportada en los párrafos anteriores, diferentes regiones del mundo tienen mucho potencial para la producción de diferentes tipos de energías limpias y renovables. Sin embargo, un número mucho menor de regiones tiene potencial para la producción conjunta y combinada de todas las formas de energía limpia y renovable. ALC encaja en este segundo grupo de regiones.

En resumen, la región de ALC ya cuenta con matrices energéticas, capacidades instaladas y generación de electricidad relativamente limpias. El potencial para ampliar la producción de energías limpias y renovables ya producidas (como la solar fotovoltaica, eólica, biomasa y biocombustibles) es enorme. A esto se suma el grande potencial de producción H2V a gran escala a precios competitivos, y todo ello en un entorno donde la producción hidroeléctrica y la infraestructura de redes de transmisión, distribución y subestaciones ya están muy desarrolladas. Concluyendo, ALC tiene condiciones prácticamente únicas para producir energía verde a precios altamente competitivos y convertirse en un motor para promover la descarbonización y el desarrollo económico y social.



INSTITUCIONES Y REGULACIÓN ENERGÉTICA Y AMBIENTAL

Además del potencial energético mencionado, estos países cuentan con un sólido conjunto de instituciones, con personal técnico especializado en la planificación energética y ambiental, así como en la formulación y ejecución de políticas públicas en estas áreas. La Figura 11 presenta una tabla con un conjunto representativo de estas instituciones. Estos se clasifican en tres tipos: (i) agencias nacionales de energía; (ii) agencias de licencias ambientales; y (iii) agencias reguladoras. El papel de agencia nacional de energía es ejercido por los Ministerios de Minas y Energía en los cuatro países. En los casos de Brasil y Colombia, también existe la presencia de unidades especializadas en investigación y planificación, como es el caso de la Empresa de Pesquisa Energética (EPE), en Brasil, y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), en Colombia.

Todos los países cuentan con unidades de licenciamiento ambiental. En los casos de Brasil, Chile y Colombia, esta tarea está a cargo de los servicios autónomos creados por ley. Estos son los casos del Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables, IBAMA (creado por Ley N.º 7735 del 22 de febrero de 1989) en Brasil, la Superintendencia del Medio Ambiente, SMA (creada por Ley N.º 2010) en Chile, y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, ANLA (creada por Decreto Ley No. 3573 de septiembre de 2011) en Colombia. En el caso de Uruguay, la tarea está asignada a la DINAMA, dirección vinculada a la estructura orgánica del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial.

En cuanto a la regulación económica, todos los países cuentan con organismos encargados de dichas actividades. Los diseños institucionales varían de un país a otro. Por ejemplo, en el caso de Uruguay,

existe una sola agencia reguladora responsable de los servicios de energía (incluidos los servicios de agua), la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA). En el caso de Colombia, existen tres organismos, en los que la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) regula los servicios dirigidos a los hogares. La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) regula los monopolios y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) tiene la función legal de, entre otras, celebrar y administrar contratos y convenios para la prospección y explotación de hidrocarburos de propiedad del país.

Brasil tiene una estructura regulatoria con dos agencias: (i) la Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles (ANP), que es el ente regulador de las actividades que integran las industrias del petróleo, gas natural y biocombustibles en el país; y (ii) la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), cuyo objeto es regular y supervisar la producción, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Finalmente, Chile también cuenta con dos agencias: (i) la Comisión Nacional de Energía (CNE), responsable de analizar los precios, tarifas y normas técnicas a las que deben sujetarse las empresas productoras, generadoras, transportadoras y distribuidoras de energía; y (ii) la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), que supervisa la operación de los servicios de electricidad, gas y combustibles, en cuanto a su seguridad, calidad y precio.

Por lo tanto, los países cuentan con instituciones que los ayuden a alcanzar una etapa más ambiciosa, a saber, hacer de la transición energética una oportunidad para el desarrollo económico.

FIGURA 11. INSTITUCIONES DE ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE, PAÍSES SELECCIONADOS

Instituciones de Energía de Medio Ambiente, Países Seleccionados			
País	Agencias nacionales de energía	Agencias de licencias	Agencias regulatorias
Brasil	MME (Ministério de Minas e Energia) https://www.gov.br/mme/pt-br	IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) https://www.gov.br/ibama/pt-br	ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) https://www.gov.br/anp/pt-br ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) https://www.gov.br/aneel/pt-br
Chile	Ministerio de Energía https://energia.gob.cl/	SMA (Superintendencia del Medio Ambiente) https://portal.sma.gob.cl/	CNE (Comisión Nacional de Energía) https://www.cne.cl/ SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustibles) www.sec.cl
Colombia	MME (Ministerio de Minas y Energía) https://www.minenergia.gov.co/ UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) https://www1.upme.gov.co/	ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) https://www.anla.gov.co/	CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas) https://www.creg.gov.co/ ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos) https://www.anh.gov.co/ SSPD (La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios) https://www.superservicios.gov.co/
Uruguay	MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería) https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/	DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) https://www.gub.uy/ministerio-vivienda-ordenamiento-ter	URSEA (Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua) https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/

INFRAESTRUCTURA PORTUARIA

Un punto ya destacado en párrafos anteriores es que los países seleccionados ya cuentan con una infraestructura portuaria satisfactoria para Powershoring. En los casos de Brasil y Colombia, algunos de sus complejos portuarios están ubicados exactamente en las mismas regiones donde también se establecen plantas para la producción de energía solar fotovoltaica, eólica terrestre y marina y proyectos de plantas para la producción de H2V. En el caso de Brasil, este es el caso de la región Nordeste del país, atendida por los puertos (terminales de contenedores) de Itaqui, Pecém, Fortaleza, Natal, Recife, Suape y Salvador.³² En el caso de Colombia, como se mencionó anteriormente, se están desarrollando proyectos de producción conjunta de energía solar fotovoltaica, energía eólica y H2V en la región de La Guajira, cercana a los Puertos de Cartagena y Santa Marta.

En el caso de Uruguay, su pequeña extensión territorial termina ejerciendo efectos naturales de aglomeración de actividades y ventajas logísticas. El país es servido por el Puerto de Montevideo. El caso del extremo sur de Brasil es similar al caso de Uruguay, y la región es atendida por el Puerto de Río Grande.

Como hemos visto, Chile es uno de los países con mayor potencial de producción de energía solar fotovoltaica y eólica del mundo. El potencial de energía solar ubicado

en el desierto de Atacama es apoyado por el Puerto de Antofagasta. El potencial eólico se ubica en el extremo sur del país, en el Estrecho de Magallanes, y es atendido por los Puertos de Punta Arenas y Puerto Natales.

La tabla de la Figura 12 enumera los puertos terminales de contenedores para cada uno de los cuatro países seleccionados, además de brindar información sobre la infraestructura (tamaño y tipo) y la ubicación (coordenadas). Adicionalmente, la tabla proporciona información sobre las distancias de cada uno de estos puertos a los puertos de Róterdam (Europa), Shanghái (Este de Asia), Nueva York (Costa Este de los EE.UU.) y Los Ángeles (Costa Oeste de los EE.UU.), que son algunos de los puertos de referencia para el comercio exterior en ALC. Las distancias se expresan en millas náuticas y la duración estimada del viaje (en días y horas) se basa en una velocidad náutica de 10 nudos. Se puede concluir que la región está bien posicionada geográficamente para atender los intereses de las empresas que pretenden producir para exportar a los mayores mercados mundiales.

Por lo tanto, los países ya cuentan con servicios portuarios en las zonas con mayor potencial de generación de energía verde, lo que corresponde a un elemento habilitador fundamental para el Powershoring en la región.

³² Es necesario incluir el Puerto Sul, en Bahía, que está en construcción.



Foto: Adobe Stock

FIGURA 12 TERMINALES DE CONTENEDORES: PAÍSES SELECCIONADOS Y DISTANCIAS A ROTTERDAM, SHANGHAI, NY Y LA

Terminales de Contenedores				
País	Puerto	Tamaño	Tipo	Coordenadas
Brasil	Manaus	Medio	Rio	-3° -8' -38" S, -60° 0' -30" W
	Vila do Conde	Pequeño	Muelle, Malecón o Embarcadero	-1° -33' -9" S, -48° -44' 0" W
	Itaqui	Medio	Puerto Marítimo	-2° -34' -10" S, -44° -20' -31" W
	Pecem	Pequeño	Muelle, Malecón o Embarcadero	-3° -34' -17" S, -38° -50' -42" W
	Fortaleza			-3° -43' -51" S, -38° -36' -51" W
	Natal	Pequeño	Puerto	-5° -46' 0" S, -35° -12' 0" W
	Recife			-8° -2' -1" S, -34° -52' -29" W
	Suape			-8° -24' -29" S, -34° -58' -58" W
	Salvador	Medio	Puerto	-12° -58' -16" S, -38° -30' -5" W
	Vitoria	Medio	Puerto Marítimo	-20° -20' -37" S, -40° -17' -36" W
	Rio de Janeiro	Medio	Puerto Marítimo	-22° -53' -60" S, -43° -12' 0" W
	Sepetiba	Muy Pequeño	Puerto Marítimo	-22° -55' -14" S, -43° -49' -50" W
	São Sebastião	Pequeño	Muelle, Malecón o Embarcadero	-23° -48' 0" S, -45° -25' -18" W
	Santos	Medio	Puerto Marítimo	-23° -58' -25" S, -46° -19' -14" W
	Paranaguá	Medio	Puerto Marítimo	-25° -33' -14" S, -48° -30' -26" W
	Itapoa			-26° -11' -2" S, -48° -36' -9" W
	São Francisco	Pequeño	Puerto Marítimo	-26° -16' -13" S, -48° -31' -35" W
	Itajaí	Medio	Puerto Marítimo	-26° -53' -60" S, -48° -38' -60" W
	Imbituba	Pequeño	Puerto	-28° -14' -8" S, -48° -39' -31" W
Puerto Alegre	Medio	Puerto Marítimo	-30° -3' -7" S, -51° -13' -52" W	
Navegantes			-30° 0' -6" S, -51° -12' -24" W	
Rio Grande	Medio	Puerto Marítimo	-32° -2' -48" S, -52° -5' -10" W	
Chile	Arica	Medio	Puerto Marítimo	-18° -29' -25" S, -70° -19' -4" W
	Iquique	Pequeño	Puerto Marítimo	-20° -13' -26" S, -70° -8' -41" W
	Puerto Angamos			-23° -3' -58" S, -70° -23' -22" W
	Antofagasta	Medio	Puerto Marítimo	-23° -39' -25" S, -70° -23' -51" W
	Valparaíso	Medio	Puerto Marítimo	-33° -3' -1" S, -71° -38' -20" W
	San Antonio	Medio	Puerto	-33° -34' -2" S, -71° -36' -31" W
	Lirquen	Pequeño	Puerto Marítimo	-36° -41' -40" S, -72° -57' -46" W
	San Vicente			-36° -43' 0" S, -73° -7' -59" W
	Coronel	Pequeño	Muelle, Malecón o Embarcadero	-37° 0' -48" S, -73° -8' -50" W
	Puerto Montt	Pequeño	Puerto Marítimo	-41° -28' -1" S, -72° -56' -32" W
	Puerto Chacabuco	Pequeño	Puerto	-45° -24' -21" S, -73° -17' -13" W
	Puerto Natales	Muy Pequeño	Muelle, Malecón o Embarcadero	-51° -45' -34" S, -72° -26' -21" W
	Punta Arenas	Muy Pequeño	Muelle, Malecón o Embarcadero	-53° -6' -6" S, -70° -56' -28" W
Colombia	Santa Marta	Pequeño	Puerto	11° 14' 11" N, -74° -12' -55" W
	Barranquilla	Medio	Puerto Marítimo	10° 58' 30" N, -74° -45' -52" W
	Cartagena	Grande	Puerto Marítimo	10° 24' 9" N, -75° -31' -12" W
	Turbo	Pequeño	Puerto Marítimo	8° 4' 24" N, -76° -52' -38" W
	Buenaventura	Medio	Muelle, Malecón o Embarcadero	3° 53' 18" N, -77° -2' -39" W
Uruguay	Montevideo	Medio	Puerto Marítimo	-34° -54' -24" S, -56° -11' -45" W

Países Seleccionados							
Puerto-a-Puerto (distancia en millas náuticas a una velocidad de 10 nudos)							
Rotterdam		Shangai		Nueva York		Los Angeles	
Distancia	Días	Distancia	Días	Distancia	Días	Distancia	Días
5030	20 días 23 horas	11592	48 días 07 horas	3781	15 días 18 horas	5933	24 días 17 horas
4180	17 días 10 horas	10926	45 días 13 horas	2930	12 días 05 horas	5267	21 días 23 horas
4108	17 días 03 horas	11087	46 días 05 horas	3073	12 días 19 horas	5428	22 días 15 horas
4016	16 días 18 horas	11328	47 días 05 horas	3300	13 días 18 horas	5726	23 días 21 horas
4016	16 días 18 horas	11328	47 días 05 horas	3300	13 días 18 horas	5726	23 días 21 horas
4059	16 días 22 horas	11084	46 días 04 horas	3528	14 días 17 horas	5982	24 días 22 horas
4174	17 días 09 horas	10984	45 días 18 horas	3670	15 días 07 horas	6124	25 días 12 horas
4174	17 días 09 horas	10984	45 días 18 horas	3670	15 días 07 horas	6124	25 días 12 horas
4558	19 días 00 horas	10997	45 días 20 horas	4057	16 días 22 horas	6511	27 días 03 horas
4974	20 días 17 horas	10857	45 días 06 horas	4474	18 días 15 horas	6928	28 días 21 horas
5243	21 días 20 horas	10925	45 días 13 horas	4743	19 días 18 horas	7197	30 días 00 horas
5243	21 días 20 horas	10925	45 días 13 horas	4743	19 días 18 horas	7197	30 días 00 horas
5373	22 días 09 horas	11023	45 días 22 horas	4873	20 días 07 horas	7327	30 días 13 horas
5430	22 días 15 horas	11056	46 días 02 horas	4930	20 días 13 horas	7384	30 días 18 horas
5552	23 días 03 horas	11111	46 días 07 horas	5052	21 días 01 horas	7506	31 días 07 horas
6101	25 días 10 horas	11279	47 días 00 horas	5604	23 días 08 horas	7551	31 días 11 horas
6101	25 días 10 horas	11279	47 días 00 horas	5604	23 días 08 horas	7551	31 días 11 horas
5951	24 días 19 horas	11129	46 días 09 horas	5454	22 días 17 horas	7401	30 días 20 horas
6754	28 días 03 horas	9874	41 días 03 horas	3925	16 días 09 horas	4222	17 días 14 horas
6820	28 días 10 horas	9940	41 días 10 horas	3991	16 días 15 horas	4288	17 días 21 horas
6965	29 días 01 horas	10085	42 días 01 horas	4136	17 días 06 horas	4433	18 días 11 horas
7455	31 días 02 horas	10134	42 días 05 horas	4626	19 días 07 horas	4806	20 días 01 horas
7484	31 días 04 horas	10134	42 días 05 horas	4655	19 días 10 horas	4835	20 días 04 horas
7645	31 días 21 horas	10042	41 días 20 horas	4816	20 días 02 horas	4931	20 días 13 horas
7642	31 días 20 horas	10038	41 días 20 horas	4813	20 días 01 horas	4934	20 días 13 horas
8000	33 días 08 horas	10035	41 días 20 horas	5171	21 días 13 horas	5255	21 días 22 horas
7416	30 días 22 horas	9768	40 días 17 horas	6916	28 días 20 horas	5865	24 días 11 horas
4478	18 días 16 horas	8970	37 días 09 horas	1783	7 días 10 horas	3311	13 días 19 horas
4515	18 días 20 horas	8948	37 días 07 horas	1803	7 días 12 horas	3289	13 días 17 horas
4587	19 días 03 horas	8886	37 días 01 horas	1850	7 días 17 horas	3227	13 días 11 horas
5194	21 días 15 horas	8601	35 días 20 horas	2365	9 días 21 horas	3047	12 días 17 horas
6244	26 días 00 horas	11066	46 días 03 horas	5748	23 días 23 horas	7163	29 días 20 horas

ZONAS DE PROCESAMIENTO DE EXPORTACIÓN - ZPE

Además de examinar la infraestructura institucional y portuaria de las economías seleccionadas, así como las distancias a los puertos de Europa, Asia y América del Norte, ahora buscamos identificar la existencia de distritos industriales con regímenes tributarios diferenciados a través de la constitución de Zonas de Procesamiento de Exportación – ZPE. El Portal Tributario define las ZPE en los siguientes términos:

“Se caracterizan como áreas de libre comercio con el exterior, destinadas a la instalación de empresas dirigidas a la producción de bienes para ser comercializados en el exterior, la prestación de servicios vinculados a la industrialización de los bienes a ser exportados o la prestación de servicios

a comercializarse o destinarse exclusivamente al exterior, consideradas zonas primarias para efectos del control aduanero” (Portal Tributario)³³.

SEBRAE define las ZPEs como “distritos industriales, cuyas empresas se benefician de la suspensión de impuestos a la exportación”³⁴.

El mapa de la Figura 13 identifica las ZPEs establecidas en los países de América del Sur. La tabla de la Figura 14 enumera las ZPEs establecidas en los países seleccionados, incluida información sobre (i) la identificación de la ZPEs; (ii) la identificación del administrador de la ZPE; y (iii) la naturaleza jurídica del administrador.

FIGURA 13 ZPEs EN AMÉRICA DEL SUR



Fuente: Open Zone MapBETA, <https://www.openzonemap.com/map>



Foto: Unsplash

Como se puede observar, Brasil cuenta con un elevado número de ZPEs distribuidas a lo largo de su extenso territorio. Suman un total de 22 ZPEs. La justificación de un número tan elevado de ZPEs está asociada a su número de unidades federativas (UF). Brasil tiene 27 UF, 26 Estados y el Distrito Federal. En Brasil, la administración de algunos impuestos está a cargo de las UF, que gozan de autonomía constitucional para fijar tasas, definir exenciones y suspensiones tributarias. Por otro lado, Colombia no cuenta con ningún ZPE. Chile y Uruguay tienen un ZPE cada uno. A modo de comparación, Argentina y Bolivia tienen 5 y 4 ZPE, respectivamente.

Para la consolidación de una estrategia exitosa de Powershoring, puede ser conveniente que Colombia y Chile evalúen los costos y beneficios de expandir su número de ZPEs. La ZPE de Chile está ubicada

en Arica, en el extremo norte del país, en la frontera con Perú. Ya hemos visto que el potencial de energía solar del país se concentra en la región del desierto de Atacama. Pero la distancia entre la ZPE de Arica y Atacama es de más de 1.000 km en línea recta y 1.300 km por carretera, mientras que la distancia de la ZPE al Estrecho de Magallanes (donde se encuentra el potencial eólico) es de más de 3.800 km. en línea recta y 4.900 km en carretera. En el caso de Colombia, valdría la pena evaluar los costos y beneficios de establecer una ZPE en la región de La Guajira.

Esta sección mostró que los países de ALC ya cuentan con muchas de las condiciones necesarias para convertirse en *hubs* especializados en brindar soluciones energéticas limpias, renovables y seguras para la industria del siglo XXI.

³³ Ver: <https://www.portaltributario.com.br/guia/zpe.html>

³⁴ Ver: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/informes/zona-de-processamento-de-exportacao,dfd97640b34b6510VgnVCM1000004c00210aRCRD>



FIGURA 14 ZPE'S – PAÍSES SELECCIONADOS

Zonas de Procesamiento de Exportación - ZPE - Países Seleccionados			
País	ZPE	Administración	Tipo de administración
Brasil	ZPE do Acre (AC)	Administradora da Zona de Procesamiento de Exportação do Acre, SA	Asociación público - privada
	ZPE de Boa Vista (RR)	Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Boa Vista	Privado
	ZPE de Barcarena (PA)	Companhia Administradora da ZPE de Barcarena	Asociación público - privada
	ZPE de Araguaína (TO)	Companhia Administradora da ZPE/Tocantins	Privado
	ZPE de São Luís (MA)	Secretaria da Indústria e Comércio	Público
	ZPE de Parnaíba (PI)	Companhia Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Parnaíba-PI S/A.	Privado
	ZPE do Pecém (CE)	Empresa Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Pecém S/A.	Público
	ZPE de Macaíba (RN)	Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Macaíba	Privado
	ZPE de João Pessoa (PB)	Cia. de Desenvolvimento Industrial da Paraíba	Público
	ZPE de Suape (PE)	ZPE Administradora, SA	Privado
	ZPE de Barra dos Coqueiros (SE)	Companhia Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Sergipe	Privado
	ZPE de Teófilo Otoni (MG)	ZPEX - Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Teófilo Otoni, SA	Público
	ZPE de Uberaba (MG)	Cassu Participações	Asociación público - privada
	ZPE de Aracruz (ES)	Cia. Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Aracruz	Público
	ZPE do Açú (RJ)	Rochas do Açú Ltda	Asociación público - privada
	ZPE de Itaguaí (RJ)	Casa Civil e Sec. do Desenvolvimento Econômico	Público
	ZPE de Fernandópolis (SP)	Administradora da Zona de Processamento de Exportação de Fernandópolis	Asociación público - privada
	ZPE de Imbituba (SC)	Imbituba Administradora da Zona de Processamento de Exportação	Público
	ZPE de Rio Grande (RS)	Companhia Administradora da ZPE do Rio Grande	Privado
	ZPE de Bataguassú (MS)	Empresa Gestora da Zona de Processamento e Exportação	Privado
ZPE de Cáceres (MT)	Administradora da ZPE de Cáceres S/A	Público	
Chile	Chacalluta Arica Industrial Park	ZOFRI, SA	Asociación público - privada
Uruguay	Colonia Free Zone	Grupo Continental Zona Franca, SA	Privado

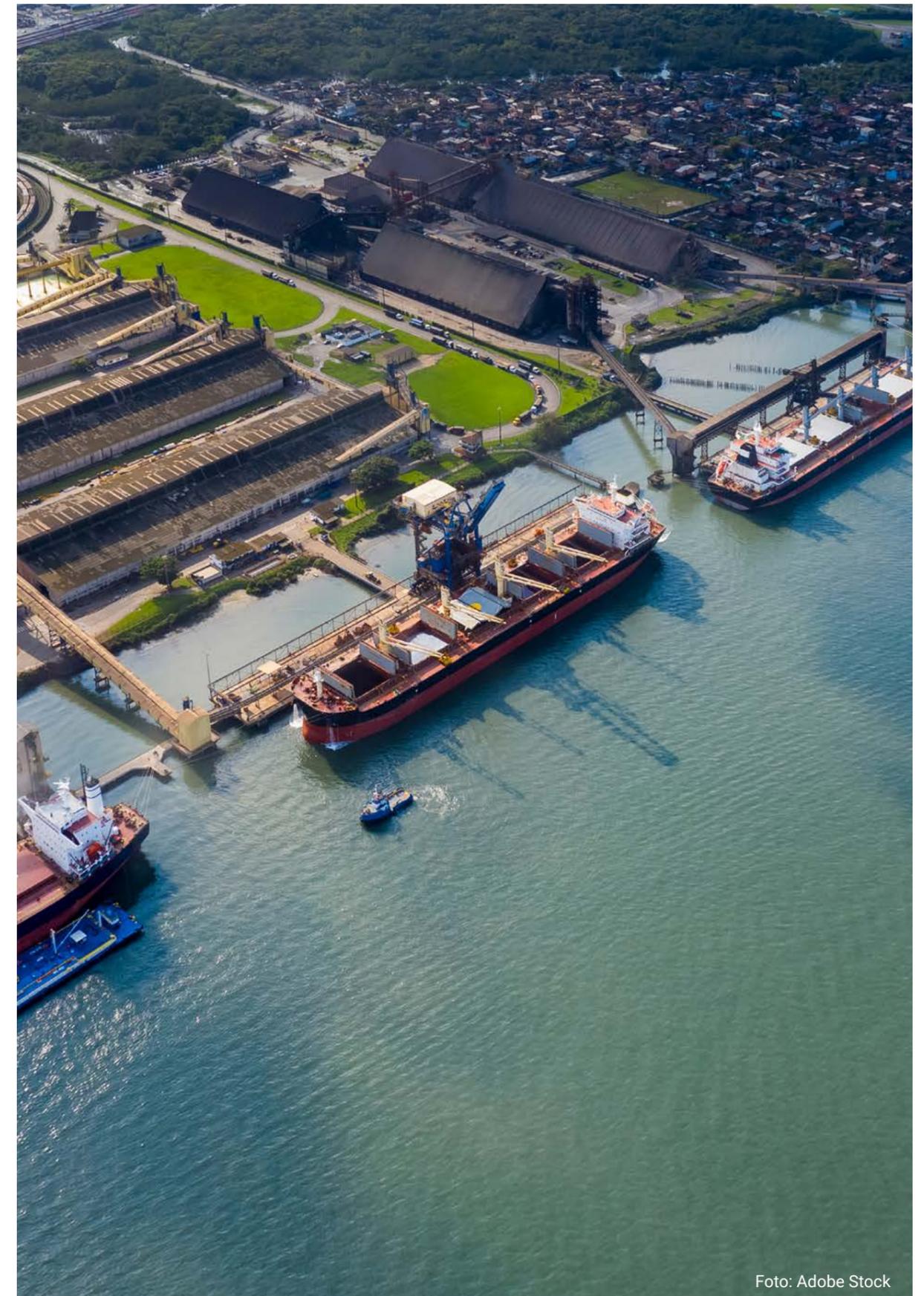


Foto: Adobe Stock

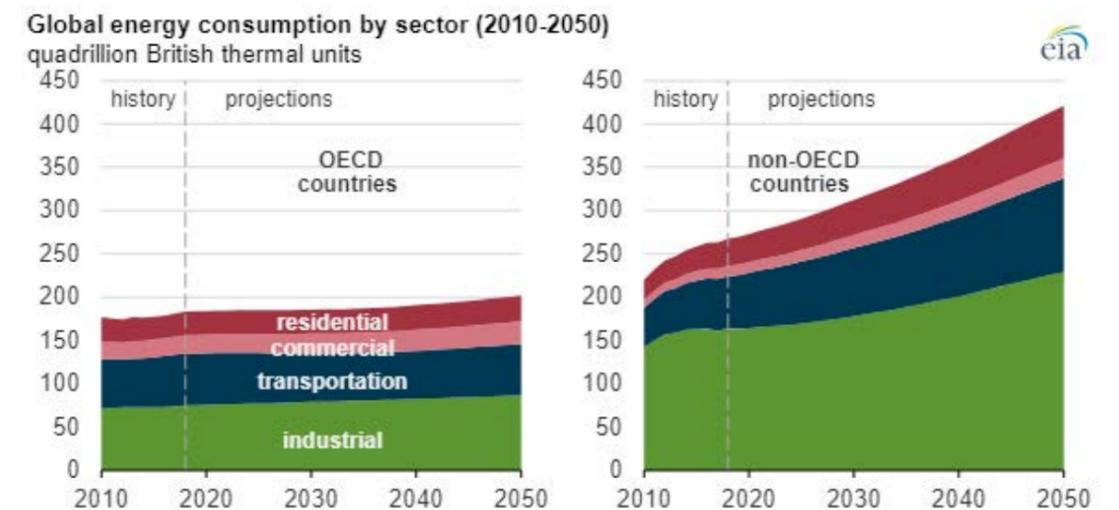


POWERSHORING: ¿PARA QUIÉN?

CRECIENTE DEMANDA DE ENERGÍA

El desafío de transitar hacia una matriz energética global descarbonizada y renovable no es el más trivial y requiere un esfuerzo desproporcionadamente grande con los niveles actuales de consumo de energía. Pero, ante la expectativa de un aumento significativo del consumo energético en las próximas décadas, el esfuerzo requerido será aún mayor. La Figura 15 presenta estimaciones del consumo de energía hasta 2050 para el conjunto de países miembros de la OCDE y para las economías en desarrollo. Las estimaciones se dividen por sectores industrial, transporte, comercial y residencial.

FIGURA 15. ESTIMACIONES DEL CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO – OCDE Y PAÍSES NO DESARROLLADOS



Fuente: U.S. Energy Information Administration, International Energy Outlook 2019

Las estimaciones se realizaron con datos de *U.S. Energy Information Administration (EIA, 2019)*³⁵ y proyectan un ligero crecimiento en el consumo de energía para los países de la OCDE entre 2020 y 2050, independientemente del tipo de consumo. Por otro lado, las estimaciones de crecimiento proyectadas para los países no miembros de la OCDE durante el mismo período son altas y generalizadas en diferentes sectores, con énfasis en el consumo

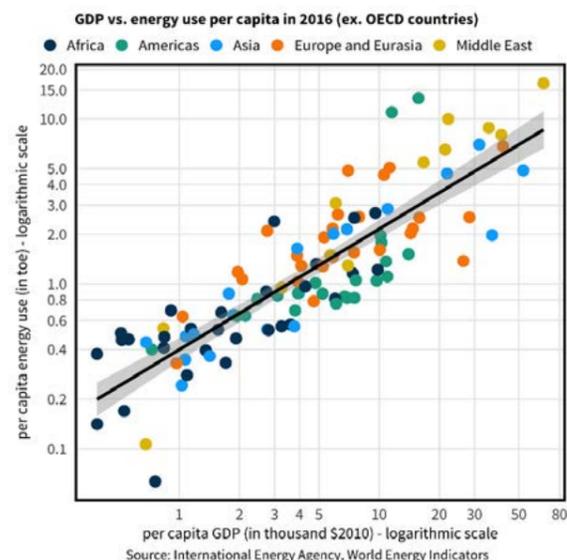
residencial y el sector del transporte. En ambos grupos de países, el sector industrial representa la mayor parte del consumo de energía.

Para ayudar a comprender por qué las proyecciones del consumo de energía en las próximas décadas varían tanto entre los dos grupos de países, examinamos la correlación entre los niveles de ingreso per cápita y el consumo de energía per cápita (figura 16).

³⁵ EIA (2019). "International Energy Outlook 2019: With Projections to 2050". U.S. Energy Information Administration. U.S. Department of Energy, #IEO2019: Washington, DC.

Foto: Adobe Stock

FIGURA 16. CORRELACIÓN ENTRE INGRESO PER CÁPITA Y CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA



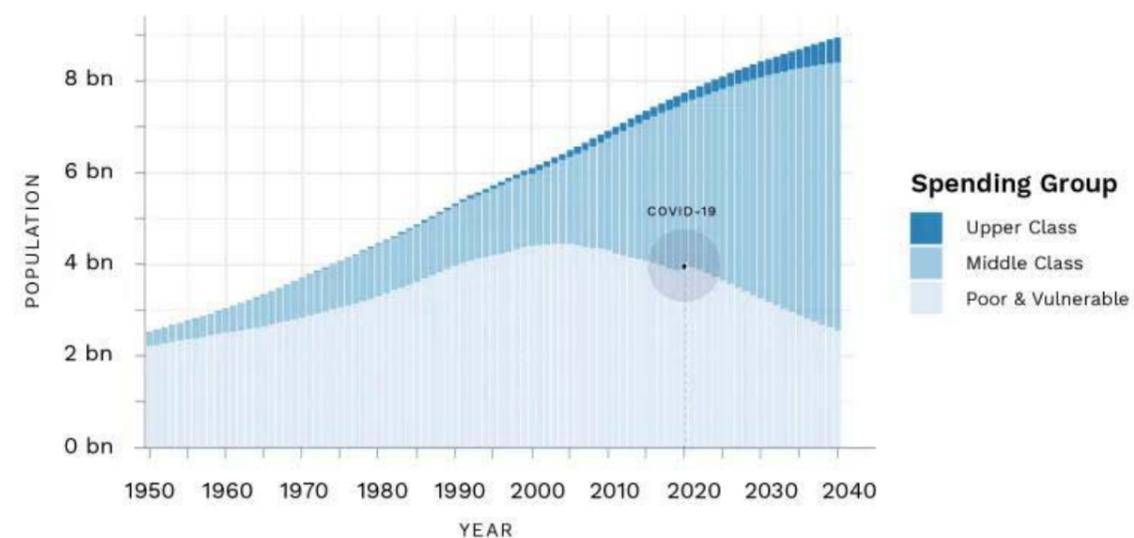
Fuente: Tsafos (2018)³⁶; Datos: International Energy Agency, World Energy Indicators

Los datos del gráfico anterior muestran una clara correlación positiva entre el ingreso per cápita y los niveles de consumo de energía per cápita para varios países en diferentes continentes. Este es un análisis de corte transversal (*cross section*) con información estadística referente al año 2010. Esta correlación positiva es bien conocida en la literatura especializada. Básicamente, significa que los países con poblaciones más ricas (pobres) consumen más (menos) electricidad por habitante. Pero la causalidad es doble. A medida que una población se enriquece, su canasta de consumo se diversifica con la inclusión de más bienes y servicios, además del acceso a la compra de electrodomésticos, pequeños electrodomésticos y equipos de telefonía e informática. Por otro lado, el acceso a servicios energéticos, equipos y tecnologías

electrónicas y digitales permite obtener ganancias de productividad, lo que implica una mayor generación de riqueza.

Por lo tanto, las proyecciones de altas tasas de crecimiento en la demanda de energía para los países no miembros de la OCDE se derivan del hecho de que también hay proyecciones de que los países emergentes y en desarrollo incluirán un importante contingente de personas de clase media en las próximas décadas, con énfasis en los países más poblados del mundo como China, India, Indonesia, Pakistán, Brasil, Nigeria, Bangladesh y México. La Figura 17 presenta un gráfico con datos de las poblaciones de las clases pobres y vulnerables, medias y ricas. Los datos incluyen valores históricos realizados y datos proyectados hasta 2040.

FIGURA 17. PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA CLASE MEDIA MUNDIAL



Fuente: Fengler & Kharas (2021)³⁷; Datos: World Data Lab's MarketPro, 2021

Según las proyecciones del gráfico 17, en el año 2040 la clase media mundial será sustancialmente mayor que la clase pobre y vulnerable del mundo. Esto significa que incluso si hacemos grandes avances tecnológicos en la producción de bienes y servicios más eficientes energéticamente, el crecimiento de la clase media será muy grande en un período de tiempo muy corto. En este sentido, parece poco probable que visualicemos un conjunto de efectos compensatorios de igual proporción en la economía de la demanda de energía.

El consumo personal, familiar y residencial no será el único que impulsará una mayor demanda energética. La industria manufacturera y la prestación de diversos servicios han intensificado mucho el uso de tecnologías de automatización, además de los procesos de digitalización, tokenización, acumulación, minería y manipulación de bases de datos, así como el desarrollo y entrenamiento de aprendizaje automático. De hecho, la producción industrial está consumiendo

cada vez más energía y la tendencia es que la energía “embarcada” por dólar producido siga aumentando.

Todos estos avances tecnológicos consumen mucha energía y son motivo de preocupación para académicos, gobiernos, activistas y para las empresas directamente involucradas en dichos procesos, incluidos los proveedores de servicios de computación en la nube, desarrolladores e ingenieros de software y datos. Por otro lado, la creciente automatización y digitalización de procesos y uso de datos está aumentando la dependencia de la industria manufacturera del suministro de energía abundante, barata y, sobre todo, segura. En este sentido, la energía se está convirtiendo en un elemento determinante de la competitividad industrial, ya sea por la cantidad consumida, el precio y la garantía de entrega.

Barnett et al (2017)³⁸ desarrollaron una tabla con parámetros de consumo de energía para diferentes tipos de robots y aplicaciones. Según los autores,

³⁶ Tsafos (2018). “Energy and Growth: Exploring a Nuanced Relationship”. Center for Strategic & International Studies. Ver: <https://www.csis.org/analysis/energy-and-growth-exploring-nuanced-relationship>

³⁷ Tsafos (2018). Fengler & Kharas (2021). “A long-term view of COVID-19’s impact on the rise of the global consumer class”. The Brookings Institution.

³⁸ Barnett e otros (2017). “Direct and Indirect Impacts of Robots on Future Electricity Load”. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry.



un robot industrial consume, de media, 21.915 kWh/año. El consumo medio de un robot con fines profesionales (cirugía y salud, salvamento y seguridad, inspección, mantenimiento y limpieza) es de 2.805 kWh/año. A modo de comparación, el consumo medio de electricidad residencial en Brasil es de aproximadamente 2.000 kWh/año.

Es necesario considerar que la “commoditización” de sofisticados equipos productivos como robots, sistemas de inteligencia artificial, digitalización de procesos y producción ya ha llegado incluso a países en vías de desarrollo y está transformando

las técnicas productivas donde abunda la mano de obra, de manera que se espera que el consumo crezca desproporcionadamente en los países fuera del grupo de la OCDE.

La eventual transferencia bajo Powershoring de plantas industriales actualmente ubicadas en China, Europa y otros lugares a ALC aumentará la demanda de energía verde, al tiempo que liberará el consumo de energía gris en los países de origen, acelerando así la descarbonización. En este sentido, ALC tendría que prepararse para la mayor demanda de energía verde y segura.

RIESGOS CLIMÁTICOS Y EVENTOS EXTREMOS

Algunas industrias en todo el mundo ya sufren de inseguridad energética, incluidos episodios recurrentes de racionamiento de energía y discontinuidades en el suministro de electricidad que surgen por diferentes causas, incluidos eventos climáticos como olas de calor extremo e inundaciones. Tales episodios incluyen, por ejemplo, la suspensión de la producción o el cierre de fábricas de electrónica, semiconductores, paneles solares y baterías en la provincia china de Sichuan y de industrias textiles en Pakistán (Keefe, 2022),³⁹ o a suspensión da produção industrial em partes da California em razão da seca, ou da produção de energia atômica na França em razão do baixo nível de água nos rios.

Como já discutido, a busca por maximização de lucros direcionada por estratégia de minimização de custos operacionais levou muitas empresas e setores a concentrarem suas operações em uma única região do globo. Economias de escala, de escopo e de aglomeração econômica garantiam o sucesso desse critério de localização com a estratégia *Offshoring*.

Mas ao mesmo tempo que proporciona economias de escala e de escopo, a concentração econômica também implica em maiores riscos. Os riscos de concentração geográfica costumavam receber maior atenção por parte de gestores de riscos de crédito bancário, bem como de profissionais do gerenciamento de riscos atuariais para seguradoras e resseguradoras, além das técnicas de seleção de ativos diversificados geograficamente por parte de gestores de portfólios. Em suma, a temática da concentração geográfica costumava receber maior atenção por parte dos gestores de riscos das instituições financeiras.

As implicações da pandemia do COVID-19 contribuíram para que empresas industriais passassem a reavaliar com mais atenção as suas estratégias de localização

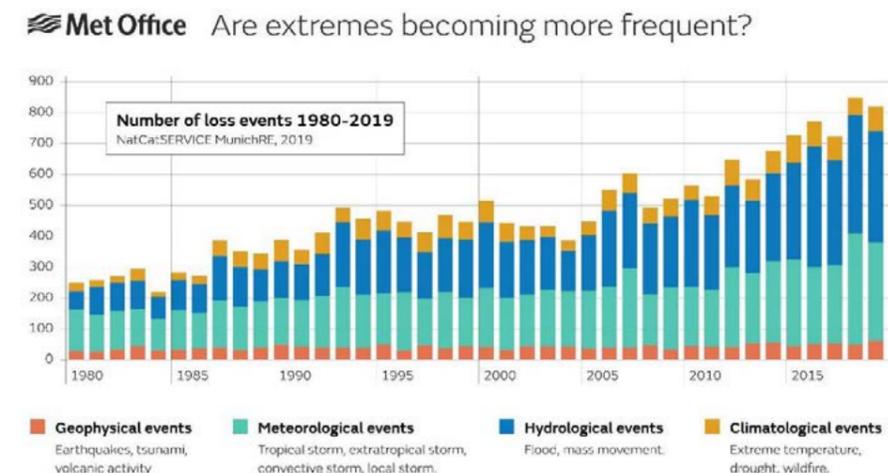
de plantas produtivas. Afinal, as estratégias baseadas em minimização de custos elevaram os riscos logísticos e de intermitências produtivas, implicando em desabastecimentos generalizados de máquinas, equipamentos, partes, peças, produtos e insumos. São muitos os casos de empresas que perderam participação de mercado em razão de redução ou suspensão de produção por conta da não provisão de insumos ou de panes logísticas.

Uma pandemia, por exemplo, é considerada um “evento de cauda”, ou seja, a probabilidade de ocorrência é baixa, assim como os eventos climáticos extremos. O problema é que os efeitos da mudança climática têm proporcionado um crescimento no número de eventos extremos ao longo das últimas décadas, como pode ser observado no gráfico da figura 18.

As implicações da pandemia do COVID-19 contribuíram para que empresas industriais passassem a reavaliar com mais atenção as suas estratégias de localização de plantas produtivas. Afinal, as estratégias baseadas em minimização de custos elevaram os riscos logísticos e de intermitências produtivas, implicando em desabastecimentos generalizados de máquinas, equipamentos, partes, peças, produtos e insumos. São muitos os casos de empresas que perderam participação de mercado em razão de redução ou suspensão de produção por conta da não provisão de insumos ou de panes logísticas.

Uma pandemia, por exemplo, é considerada um “evento de cauda”, ou seja, a probabilidade de ocorrência é baixa, assim como os eventos climáticos extremos. O problema é que os efeitos da mudança climática têm proporcionado um crescimento no número de eventos extremos ao longo das últimas décadas, como pode ser observado no gráfico da figura 18.

FIGURA 18. NÚMERO DE EVENTOS EXTREMOS 1980-2019, MUNDO

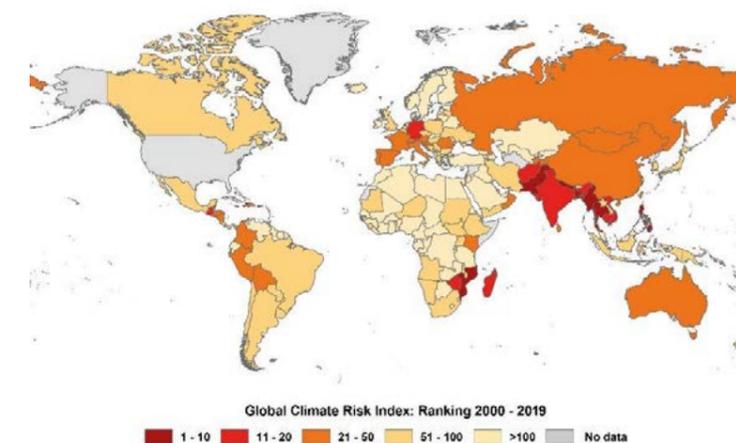


Fuente: Met Office Reino Unido, Datos: Munich RE⁴⁰

Dichos eventos han resultado en episodios recurrentes de racionamiento de energía e interrupciones en el suministro de energía eléctrica, suspensión de la producción o cierre de plantas. Evidentemente, algunas regiones tienen más probabilidades de sufrir eventos de esta naturaleza que otras. Sin embargo, no es posible afirmar que exista una región del globo libre de tales

riesgos, como se puede observar en el mapa de la figura 19, que presenta los índices de riesgo climático para los diferentes países del mundo, basados en un vector de indicadores que incluyen el número de eventos extremos, pérdidas pecuniarias y pérdidas humanas (tanto en valores totales como per cápita) en cada uno de estos países en el período 2000-2019.

FIGURA 19. ÍNDICE GLOBAL DE RIESGO CLIMÁTICO, 2000-2019



Fuente: Eckstein e outros (2021)⁴¹

³⁹ Keefe, Bob (2022). “The price of energy insecurity”. Finance & Development, International Monetary Fund. Ver: <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2022/12/POV-the-price-of-energy-insecurity-keefe>

⁴⁰ Ver: <https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/gallery/metofficegovuk/images/weather/learn-about/climate/frequency-of-extremes-graph--1980-2019.jpg/frequency-of-extremes-graph--1980-2019.jpg/metofficegovuk%3Axxlarge>

⁴¹ Eckstein e outros (2021). “Global Climate Risk Index 2021: Who Suffers Most from Extreme Weather Events?”. [Germanwatch.org](https://www.germanwatch.org/).: Berlin, Germany.

Los países con los diez mayores *climate risk index*, CRI - que significa mayor intensidad de efectos adversos en el período analizado - fueron: 1- Puerto Rico (7.17); 2 - Birmania (10.00); 3 - Haití (13,67); 4 - Filipinas (18.17); 5 - Mozambique (25,83); 6 - Bahamas (27,67); 7 - Bangladés (28,33); 8 - Pakistán (29.00); 9 - Tailandia (29,83); 10 - Nepal (31,33). En cuanto a los países seleccionados en este informe, los CRI fueron: 81 - Brasil (79,50); 83 - Chile (81,33); 38 - Colombia (54,83); 96 - Uruguay (89,83).⁴²

El hecho de que los países de ALC seleccionados aquí tengan relativamente menos pérdidas humanas y pecuniarias (% del PIB) debido a eventos climáticos en el período 2000-2019 no implica necesariamente que los próximos años traigan un desempeño similar. No obstante, los datos disponibles proporcionan los resultados más fiables posibles para medir riesgos de esta naturaleza.

GEOPOLÍTICA DE LA ENERGÍA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Competencia China – Estados Unidos

Existe consenso entre los investigadores de que la hegemonía geopolítica de EE.UU. ha sido desafiada por el auge económico de China. De hecho, la economía china ya es más grande que la de EE.UU. en términos de PIB-PPS (o paridad del poder adquisitivo del PIB)⁴³. En este informe, trabajamos con las dimensiones propuestas por Klement (2021)⁴⁴ para comprender esta competencia, a saber: datos y ciberseguridad, energía y recursos naturales y cambio climático. Sin embargo, priorizamos las discusiones relacionadas con las dimensiones de la energía y los recursos naturales y el cambio climático.

El primer punto a destacar es que las relaciones entre Estados Unidos y China se han caracterizado históricamente por una gran complejidad. Tales relaciones no pueden verse a través de términos como “aliados” o “enemigos”. Estos países se identifican mutuamente como competidores potenciales en muchas dimensiones, sin embargo, mantienen cooperación en agendas específicas. Durante la Guerra Fría, ambos mantuvieron una alianza política estratégica, en oposición al régimen soviético, ya que las relaciones chino-soviéticas alcanzaron un alto grado de desgaste a finales de la década de 1960 como consecuencia de los conflictos fronterizos y el distanciamiento creciente impulsado por la Revolución

Cultural China⁴⁵.

Al finalizar la Guerra Fría, con la disolución de la Unión Soviética, EE.UU. comenzó a perder interés en la alianza político-estratégica con China y en la heterodoxia de los modelos de desarrollo en la región asiática (Visentini, 2021).⁴⁶ Este desinterés y fin de la tolerancia a modelos de desarrollo como los que propugnan los “Tigres Asiáticos” y el “Dragón” cobraría fuerza y visibilidad con el apoyo y patrocinio del Departamento del Tesoro de EE.UU. al Consenso de Washington, lo que contribuiría decisivamente a que se conociera como la tercera ola de la globalización.

Resulta que una de las economías que más se benefició de la tercera ola de globalización fue precisamente China, sobre todo después de ser admitida como el miembro 143 de la Organización Mundial del Comercio (OMC) en 2001. Desde entonces, el volumen de comercio entre los dos países ha crecido considerablemente, al igual que la acumulación de déficits comerciales de EE.UU. con el socio chino, con énfasis en el comercio de bienes manufacturados.

Las implicaciones para el empleo manufacturero en EE.UU. habrían sido graves. Kimball y Scott (2014)⁴⁷ sugieren que en el período comprendido entre 2001

y 2013, la industria estadounidense habría perdido o desplazado 2,4 millones de puestos de trabajo manufactureros como resultado del comercio bilateral entre China y Estados Unidos. La pérdida de empleos industriales no se limitó a la economía estadounidense. De hecho, varias economías occidentales han sufrido tal impacto, incluidas Europa y Brasil. La pérdida de puestos de trabajo industriales habría resultado, entre otras cosas, de un movimiento de gran reasignación de plantas industriales productivas a China, pero también

a India y Malasia, que se convirtieron en los destinos más importantes de la estrategia *Offshoring*, como ya se ha comentado anteriormente.

El monto global de exportaciones e importaciones como porcentaje del PIB crecería de aproximadamente 40% en 1990 a 60% en 2008, cuando esta trayectoria se interrumpió abruptamente por los efectos de la Gran Recesión (*Crisis Subprime*), como se puede apreciar en la figura 20.

FIGURA 20. PARTICIPACIÓN DE LAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES EN EL PIB MUNDIAL



Fuente: Prado (2018)⁴⁸, Datos: Banco Mundial

Es importante señalar que buena parte de la conversión de China en la “fábrica del mundo” se debió a empresas extranjeras, especialmente norteamericanas, que producían y exportaban desde ese país. De hecho, la producción de Asia fue funcional para los intereses estadounidenses, ya sea porque aumentó la competitividad internacional de su industria, o porque permitió importar a bajo precio bienes manufacturados, incluidos textiles, zapatos y juguetes y otros productos de consumo popular, que daría soporte político y retroalimentaría el modelo económico *Offshoring*.

Pero el modelo de deslocalización ha fomentado una creciente interdependencia económica, comercial y de inversión entre EE.UU. y China. En este camino, China acumularía masa industrial crítica y conocimiento empresarial y se consolidaría en la década de 2000 como el mayor destino de la inversión extranjera directa,

pero ya no solo por los bajos costes laborales, sino, sobre todo, por la constitución de un rico y dinámico ecosistema industrial, tecnológico y de innovación y cada vez más compuesto por sofisticadas empresas chinas y asiáticas.

Los beneficios iniciales de la deslocalización no durarían para siempre, ni serían políticamente neutrales. El crecimiento de China y el estancamiento económico de las antiguas regiones industriales de EE.UU. y Europa darían lugar a una creciente controversia sobre los beneficios de esa estrategia. Fue en este contexto que, durante la Administración del presidente Donald Trump (2017-2021), se desarrollaron conceptos como *Nearshoring* y *Reshoring*, que predicen las supuestas virtudes de traer “de vuelta a casa” las plantas industriales norteamericanas que operan en Asia. Pero la tensión ya se estaba gestando incluso antes.

⁴² Los números entre paréntesis se refieren a los valores de los índices CRI y los números fuera de paréntesis se refieren a las posiciones en el Ranking CRI.

⁴³ IMF (2021). “World Economic Outlook: Managing Divergent Recoveries”. World Economic Outlook. International Monetary Fund: Washington, DC.

⁴⁴ Klement, Joachim (2021). “Geo-Economics: The Interplay Between Geopolitics, Economics, and Investments”. CFA Institute Research Foundation.

⁴⁵ Kuisong, Yang (2000). “The Sino-Soviet Border Clash of 1969: From Zhenbao Island to Sino-American Rapprochement”. Cold War History. 1 (1): 21–52.

⁴⁶ Visentini, Paulo (2021). “A Nova Geopolítica do Século XXI: O Ressurgimento das Potências Terrestres na Eurásia”. Em A Geopolítica da Energia do Século XXI. Guilherme Góes (Org). Editora Sinergia: Rio de Janeiro/RJ.

⁴⁷ Kimball, Will e Scott, Robert (2014). “China Trade, Outsourcing and Jobs”. Economic Policy Institute, Briefing Paper #385.

⁴⁸ Prado, Eleutério (2018). “Três ondas da globalização: uma explicação estrutural”. Economia e Complexidade. Ver: <https://eleuterioprado.blog/2018/09/01/tres-ondas-da-globalizacao/>



De hecho, durante la Administración del presidente Barack Obama (2009-2017), la Casa Blanca publicó varios documentos sobre los beneficios de una política industrial activa en un contexto de creciente complejidad estratégica y concentración de mercados y la necesidad de proteger los empleos.

La estrategia de *Offshoring* fue central para fortalecer la economía china, al punto de colocarla en condiciones de competencia económica y geopolítica con EE.UU. Sin embargo, no sería solo la estrategia de *Offshoring* la que proyectaría a la economía china hacia los siguientes pasos en esa disputa. Como ya se discutió, la cuarta y quinta ola de estrategias de localización se caracterizaron por movimientos *Offshore-to-Onshore* y *Offshore-to-Nearshore*, respectivamente. Los problemas de desabastecimiento derivados de la pandemia del COVID-19 reforzarían las discusiones en torno a la estrategia de *Reshoring*, o el regreso de las industrias a su país de origen.

Uno de los episodios clave de la competencia entre los dos países tuvo lugar en marzo de 2018, cuando el gobierno de EE.UU. anunció que había sufrido prácticas comerciales desleales por parte de China e impuso aranceles por valor de US\$ 50 mil millones a las importaciones chinas. En julio del mismo año, el gobierno de Pekín tomó represalias, anunciando la imposición de aranceles del 25% a 545 productos importados de EE.UU. Al año siguiente, en agosto de 2019, el Departamento del Tesoro de EE.UU. presentó formalmente una acusación ante el Fondo Monetario Internacional de que el gobierno chino estaba manipulando el valor de su moneda, el yuan, en un evento que se conoció como la "Guerra de divisas".

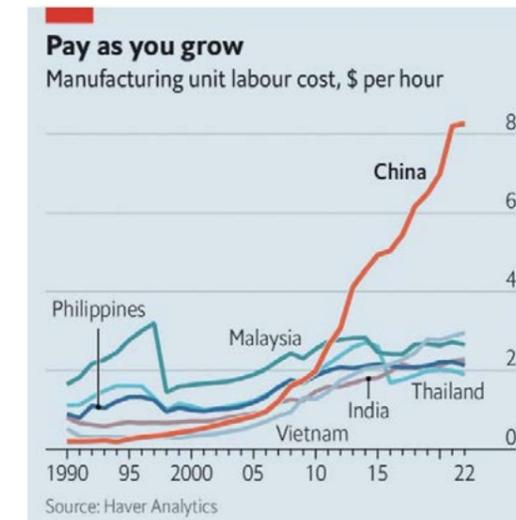
La postura de China a lo largo de ese período no se limitó a las disputas comerciales. El país ha buscado ampliar su área de influencia política, incluso en regiones bajo influencia estadounidense y de sus aliados. En el caso del continente africano, su influencia se da a través de inversiones, ayudas financieras y proyectos de infraestructura. En el caso de ALC, la influencia ha sido potenciada en los últimos años por la "Diplomacia Covid-19" o "Diplomacia de la Mascarilla", que consistió en el suministro y donación de mascarillas, respiradores, equipos de protección

y vacunas. Adicionalmente, China se ha convertido en el principal socio comercial de la mayoría de las economías sudamericanas, además de contar ya con importantes stocks de inversión en proyectos de energías renovables, infraestructura y otros sectores. En términos de flujos, China ya es el principal inversor en varios países de la región. Finalmente, China se ha acercado a Rusia.

Los conflictos geopolíticos recientes están generando debates sobre la estrategia de *Reshoring*, y también sobre *Friendshoring*, o ubicación basada en alianzas geopolíticas. Por otro lado, la estrategia de *Offshoring* también estaría bajo revisión debido a factores microeconómicos y demográficos asociados a los costos. El gráfico 21 muestra que los salarios en China, así como en otras economías que se benefician de la deslocalización, han aumentado constantemente, lo que reduce el atractivo de la estrategia para la producción de bienes industriales con bajo valor agregado y que enfrenta una amplia competencia internacional.

El Departamento de Energía de EE.UU. publica regularmente el informe *Critical Material Strategy*, que evalúa la criticidad de los materiales utilizados en componentes de tecnología limpia con bajas emisiones de carbono, como metales de tierras raras, neodimio, itrio y otros. El informe también evalúa la criticidad de los materiales utilizados en la fabricación de productos de consumo masivo, teléfonos inteligentes y componentes, como el elemento químico Indio (In). El principal productor de estos materiales es China, con el 90% de la oferta (Guimarães, 2021). Por otro lado, parte de los esfuerzos de investigación de la agencia espacial estadounidense, así como de su red de cooperación con inversionistas privados en misiones de estaciones espaciales (como Elon Musk de SpaceX, Jeff Bezos de Blue Origin y Richard Branson de Virgin Orbit) busca la viabilidad económica y tecnológica de la minería de metales de tierras raras en la Luna, aún en este siglo. La Fundación Nacional de Ciencias de EE.UU. monitorea y compara el estado del desarrollo científico y tecnológico de los dos países en sectores críticos y ha advertido que el liderazgo estadounidense está disminuyendo rápidamente para China, así como que el país asiático ya lidera o codirige sectores sensibles, que también ha contribuido a explicar la tensión geopolítica.

FIGURA 21. TRAYECTORIA SALARIO POR HORA (US\$) – CHINA, FILIPINAS, INDIA, MALASIA, TAILANDIA Y VIETNAM – 1990-2022



Fuente: The Economist⁵⁰, Haver Analytics

El próximo paso en este cambio de rumbo en las relaciones chino-estadounidenses serán las políticas norteamericanas y europeas de control de capitales y exportaciones de bienes y servicios considerados críticos, como los *chips*, además de los generosos programas de subsidios y proteccionismo para la industria, lo que puede influir en el orden del comercio y la geografía de las inversiones. Lamentablemente, la globalización como la conocemos está llegando a su fin, y con ella muchos de sus beneficios, como el consumo masivo de las clases medias y bajas. Los principios liberales que guiarán el destino de las inversiones pierden espacio y entran en escena la geopolítica y las intervenciones en los mercados.

Es interesante evaluar los impactos efectivos que estas medidas han tenido sobre el volumen de comercio entre países, con énfasis en la demanda de importaciones estadounidenses de productos chinos. Las medidas proteccionistas estadounidenses se implementaron en dos etapas. La primera etapa tuvo lugar en julio de 2018 e impuso una tarifa del 25% a tres listas de productos chinos: Lista 1 que incluye maquinaria, productos eléctricos y vehículos; Lista 2 que incluye polímeros, plásticos y generadores; y la Lista 3, que incluye productos químicos, alimenticios y metálicos. La segunda etapa tuvo lugar en septiembre de 2019

e impuso una tasa del 7,5% a una cuarta lista de productos, denominada 4A, que incluye otros alimentos, otros productos de metal y prendas de vestir.

Se esperaba que las medidas antes mencionadas implicarían una importante perturbación del comercio ("decoupling") entre las partes. De hecho, el impacto inmediato (bienio 2019-2020) de estas medidas fue una reducción en el volumen agregado de las importaciones estadounidenses desde China. Sin embargo, desde 2021 estos volúmenes han crecido sustancialmente y en 2022 alcanzaron el mismo nivel récord que en 2018, año que precedió a la primera fase del aumento de tarifas.

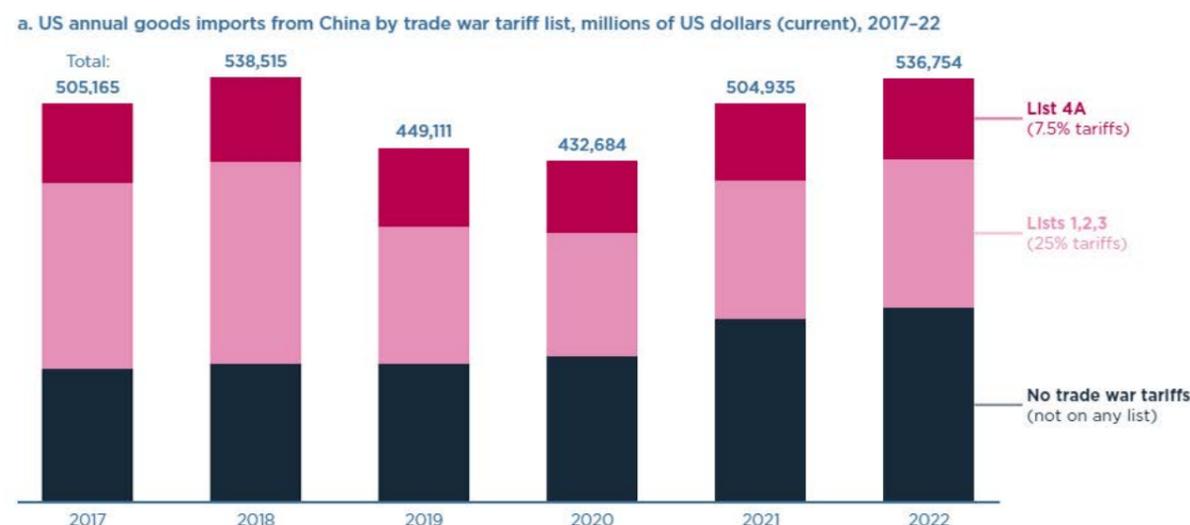
La respuesta a este resultado que va en contra de la intuición se desarrolló en detalle en un artículo reciente del Instituto Peterson de Economía Internacional (PIIE), escrito por Chad P. Brown⁵¹. Para ello, Brown (2023) planteó una serie histórica con datos anuales sobre las importaciones estadounidenses desde China y la descompuso en tres grupos de productos: (1) productos que no han sufrido ningún incremento arancelario; (2) productos que sufrieron un aumento de tarifa del 25%, listas 1, 2 y 3; y (3) productos sujetos a un aumento de tarifa de 7.5%, lista 4A. Los datos de la serie histórica desagregados en estos 3 grupos se reportan en el gráfico de la Figura 22.

⁴⁹ Ver: <https://home.treasury.gov/news/press-releases/sm751>

⁵⁰ Ver: <https://www.economist.com/business/2023/02/20/global-firms-are-eyeing-asian-alternatives-to-chinese-manufacturing>

⁵¹ Brown, Chad (2023). "US imports from China are both decoupling and reaching new highs. Here's how". Peterson Institute for International Economics (PIIE). Ver: <https://www.piie.com/research/piie-charts/us-imports-china-are-both-decoupling-and-reaching-new-highs-heres-how>

FIGURA 22. TRAYECTORIA IMPORTACIONES SEGMENTADAS POR ESTADOS UNIDOS DESDE CHINA, 2017-2022 (VALORES EN MILLONES DE US\$)



Fuente: IE, Brown (2023)

Los datos muestran claramente que existe una trayectoria de destrucción comercial y “*decoupling*” a partir de 2018 para los productos de las listas 1, 2 y 3. En el caso de los productos de la lista 4A, el escenario es de estancamiento. Finalmente, el monto del comercio de productos que no sufrieron incremento arancelario ha mostrado una fuerte tendencia alcista a partir de 2020, lo suficientemente fuerte como para compensar las reducciones sufridas en el comercio de los productos que integran las listas 1, 2 y 3.

La disputa geopolítica tampoco es indolora para las empresas privadas chinas, norteamericanas y europeas. A medida que los problemas políticos y las intervenciones gubernamentales afectan contratos establecidos e intereses privados, se crean incertidumbres. La incertidumbre aumenta la percepción de riesgo y pone en duda la viabilidad económica de los proyectos de inversión. La intervención geopolítica en los negocios afecta a ambos lados del Pacífico: los negocios estadounidenses en China y los negocios chinos en los EE.UU. Sin embargo, como el capital es fungible y siempre busca las mejores oportunidades de negocios, para mitigar los posibles efectos nocivos del proteccionismo “Made in China”, las empresas chinas ya están considerando trasladar plantas industriales a

otras partes del mundo, incluida ALC, para, desde allí, y con un “Made in...”, para tener acceso a los mercados de interés, incluyendo el norteamericano, canadiense y europeo. Por otro lado, la tensión geopolítica también afecta la imagen de los productos y servicios norteamericanos y europeos y ayuda a explicar la creciente penetración de productos chinos en varios mercados. De esta manera, la alta temperatura política es perjudicial para los negocios.

Europa

Europa es testigo de un número elevado de empresas industriales que luchan por superar la grave crisis de precios y suministro de la energía asociada, al menos en parte, a la fuerte dependencia de las importaciones del insumo. La crisis ya estaba en el horizonte incluso antes de la Guerra de Ucrania, pero se ha acelerado desde entonces. Mientras varias empresas están reduciendo la producción, otras, especialmente las pequeñas y medianas, están cerrando sus puertas, y muchas otras están despidiendo empleados y reubicando parte de sus operaciones en el extranjero como una forma de hacer frente a la situación.

Según Kirkegaard (2023),⁵² los precios actuales del gas

natural en Europa han caído a niveles vistos por última vez a fines de 2021, justo antes de la invasión rusa. El precio del gas natural al por mayor del Benchmark Title Transfer Facility (TTF) de la UE se mantuvo estable en 15 €/megavatio hasta que la pandemia de COVID-19 hizo bajar el precio, seguido por el aumento del precio el año pasado cuando alcanzó alrededor de 350 €/megavatio. Los precios cayeron justo por debajo de los 60 € a principios de 2023, y se prevé que la curva de avance sea relativamente plana entre 60 € y 70 €/megavatio hasta finales del invierno de 2025, pero un nivel muy por encima del patrón histórico reciente prevaleciente en Europa.

Las encuestas apuntan al creciente interés de las empresas locales en trasladar plantas a otros países. Algunos analistas ya contemplan una “desindustrialización acelerada de Europa”.⁵³ La combinación de factores negativos en el sector energético afecta contratos y negocios, con implicaciones nocivas para la participación de mercado de las empresas. La energía ha dejado definitivamente de ser un elemento de coste adicional para convertirse en un factor crítico en las operaciones industriales. Es probable que el movimiento de deslocalización siga avanzando en los próximos años, especialmente entre empresas de sectores que consumen energía de forma intensiva en el proceso productivo.

La Comisión Europea ya ha estado abordando el tema de la política industrial durante años con la publicación de varios *White Papers* muy influyentes.⁵⁴ Más recientemente, comenzó a implementar aquellas políticas justificadas, entre otros, en la defensa de intereses estratégicos y la necesidad de impulsar la

economía digital, la transición energética y la agenda de sostenibilidad.⁵⁵ La guerra en Ucrania y la pandemia se combinaron para justificar esas políticas de intervención de mercado, políticas industriales y la promoción de la estrategia de *Reshoring*. En ambos casos, la política está anclada en cuantiosos recursos presupuestarios, discriminación y proteccionismo.

Pero el tema europeo también involucra la política climática y la región ha sido protagonista de las principales iniciativas de conformidad ambiental. Sus objetivos de descarbonización son ambiciosos y apuntan a convertirse en el primer continente con neutralidad en carbono para 2050, tal y como recomienda su Pacto Ecológico Europeo 2019-2024, el *European Green Deal*. En términos generales, esta iniciativa se puede resumir en los siguientes términos:

“La Comisión Europea ha adoptado un conjunto de propuestas legislativas con el objetivo de hacer que las políticas climáticas, energéticas, de transporte y fiscales de la UE sean adecuadas para lograr una reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero de al menos un 55 % para 2030 en comparación con los niveles de 1990”. (Comisión Europea)⁵⁶

No podemos olvidar que la carbonización genera externalidades negativas y que ya contamos con mercados organizados capaces de cotizar dichas externalidades a través de *Carbon Offset Prices*. Estos créditos compensatorios otorgan a sus titulares el derecho a contaminar, es decir, los organismos reguladores de protección ambiental autorizan a los

⁵³ Erken, Hugo & van Es, Frank (2023). “The Economic Impact of European De-industrialization: Geopolitics Takes Center Stage”. Rabobank Research. Ver: <https://www.rabobank.com/knowledge/q011349684-the-economic-impact-of-european-de-industrialization-geopolitics-takes-center-stage>

⁵⁴ Un resumen de esta discusión está disponible en: European Parliament (2022). “General principles of EU industrial policy”. Fact Sheets on the European Union, September 1 2022. Ver: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/61/general-principles-of-eu-industrial-policy>

⁵⁵ El siguiente extracto del documento reciente (1/2/2023) de la Comisión Europea “Green Deal Industrial Plan” es esclarecedor: “In the next few years, the economic shape of the net-zero age will be firmly set. New markets will have been created, breakthrough clean technologies will have been innovated, developed, and brought to market, and our energy systems transformed. Therefore, those who invest first and faster today will secure their place in this new economy and create jobs for a newly skilled workforce, rejuvenate industrial manufacturing bases, lower costs for people and businesses and be in a prime position to support other parts of the world to decarbonise their own economies. The scale of the opportunity for European industry puts this need in sharp focus. The International Energy Agency estimates that the global market for key mass-manufactured clean energy technologies will be worth around USD 650 billion a year by 2030 (approximately EUR 600 billion) – more than three times today’s level. The related energy manufacturing jobs could more than double in the same time period. The net-zero industry globally is growing strongly, to the extent of demand sometimes outpacing supply”. Fuente: https://commission.europa.eu/system/files/2023-02/COM_2023_62_2_EN_ACT_A%20Green%20Deal%20Industrial%20Plan%20for%20the%20Net-Zero%20Age.pdf

⁵⁶ Comissão Europeia (2021). “Pacto Ecológico Europeo”. Ver: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pt

⁵² Kirkegaard, J.F. (2023). “Europe’s energy problem is now climate change, not Russia”. Petersen Institute for International Economics, Washington, DC.



titulares de estos créditos a emitir dióxido de azufre, monóxido de carbono y otros gases contaminantes. El problema es que, dependiendo del escenario prospectivo de dichos mercados, el precio de la compensación de carbono podría crecer hasta un 3.000% hasta en el año 2030 (Bloomberg, 2022),⁵⁷ con amplias implicaciones para la competitividad de las empresas europeas y su interés por buscar alternativas productivas en lugares donde la matriz energética ya es verde o casi verde, como es el caso de varios países de ALC.

Volviendo a la discusión geopolítica, cabe señalar que un conjunto de circunstancias ha frenado las pretensiones europeas de liderar la transición energética al ritmo esperado y convertirse en el primer continente con carbono neutralidad en 2050. Uno de ellos está asociado a que no existe un consenso en Europa respecto a la clasificación de la energía nuclear como energía sostenible, siendo Alemania el principal opositor, incluso desactivando casi todas sus centrales nucleares (Nienaber, 2022).⁵⁸ Por otro lado, países como China y Rusia están trabajando agresivamente para convertirse en líderes mundiales en tecnología nuclear.

Según Guimarães (2021), “la diferencia de política para la energía nuclear en Alemania y China no está impulsada por la economía, sino por la percepción pública”. Este punto es central en la discusión sobre la transición energética, ya que, según el mismo autor, “la aceptación pública de diferentes tecnologías bajas en carbono juega muchas veces un papel determinante en la elección de una”.

La recuperación económica tras la pandemia de la COVID-19 incrementó la demanda de energía en el continente, al mismo tiempo que estallaba la guerra entre Ucrania y Rusia, país que hasta entonces abastecía el 40% del gas natural consumido en Europa. El conflicto es especialmente sensible para los europeos, y por varias razones.

La primera es que la anexión de Crimea por parte de Rusia, en marzo de 2014, ya había provocado tensiones diplomáticas entre las partes. La segunda razón es que Ucrania se considera una economía aliada de la Unión Europea, y el país incluso solicitó el estatus de candidato a miembro (solicitud otorgada por el Consejo Europeo en junio de 2022). La tercera razón es que Ucrania es un país

de tránsito para los gasoductos rusos. Aproximadamente el 40% del gas ruso vendido a Europa transita por gasoductos que cruzan Ucrania (Frontliner, 2022).⁵⁹

Adicionalmente, otros eventos adversos han contribuido a la crisis energética en la región, como destaca Chaves (2022):

“Además de la cuestión de la demanda, se han ido consolidando otros factores externos y geopolíticos, como la aparición de fenómenos meteorológicos extremos, el agotamiento de las reservas regionales de gas natural, la reducción de la velocidad del viento en algunas regiones y las interrupciones en la cadena de suministro. un escenario de gran crisis energética en Europa”. (Chaves, 2022)

Este conjunto de adversidades impactó severamente los precios de la electricidad en el continente. En Alemania, por ejemplo, el precio de mercado de la energía creció un 140 % entre enero y octubre de 2021 (Bateson, 2021) y, por tanto, incluso antes de la guerra. Tales circunstancias han motivado al país a postergar el desmantelamiento de sus últimas tres centrales nucleares en operación (DW, 2022).⁶¹

Si bien este conjunto de adversidades ha contribuido a que el continente europeo acelere aún más su transición energética, lo cierto es que los costos de adaptarse a los choques y acelerar la transición han sido bastante altos. Esto trae consigo una serie de desafíos para la industria local, que se ha enfrentado a costos de energía en aumento, inseguridad en el suministro de energía y, finalmente, incertidumbre con respecto a la trayectoria de los precios de las compensaciones de carbono.

En este sentido, parece más que razonable considerar que las empresas del continente pueden beneficiarse de la generación de valor económico de la estrategia Powershoring, especialmente de los sectores industriales con mayor huella de carbono y alto consumo energético, como el químico, los fertilizantes, el arrabio, el siderúrgico, metales no ferrosos, maquinaria y equipo, equipo de transporte, equipo eléctrico, plásticos, alimentos, vidrio, pulpa y papel, entre muchos otros (Ritchie et al., 2020).⁶²

Regiones con intereses inmediatos en Powershoring

Entendemos que Europa, China y EE.UU. serían las regiones con los intereses más inmediatos en implementar la estrategia Powershoring en ALC. Europa, por las razones expuestas en el apartado anterior. Adicionalmente, se debe considerar que ALC y Europa ya cuentan con una larga historia y tradición de alianzas y de compartir visiones y valores que justificarían aún más el fortalecimiento de la relación transatlántica, que podría avanzar sobre las experiencias ya exitosas, como los altos stocks de inversión directa que Europa ya tiene en la región. Además, ALC está relativamente cerca de Europa. Powershoring sería, por tanto, una especie de “puente sobre el Atlántico”, que serviría a intereses convergentes.

El interés de China residiría, entre otros, en eludir la discriminación contra los productos “Made in China”,

sortear el problema del proteccionismo asociado a la huella de carbono de la cadena productiva y beneficiarse de los acuerdos comerciales que los países de ALC ya tienen con mercados de interés chino. China ya tiene una presencia comercial sustancial y creciente en la región, ha desarrollado conocimiento y alianzas basadas en estas relaciones y podría contribuir con nuevas inversiones, considerando los montos significativos que ya tiene en varios países de ALC.

En el caso de EE.UU., la tensión con China y la promoción del Nearshoring en ALC ya empiezan a dar sus frutos. Según el BID, Nearshoring tendría el potencial de generar US\$ 78 mil millones en exportaciones adicionales para ALC, siendo México el mayor beneficiario.⁶³ El mapa de la Figura 23 detalla los montos estimados por país de ALC.⁶⁴

⁵⁰ Bateson, Ian (2021). “Os alemães podem mudar de ideia sobre a energia nuclear?”. DW. Ver: <https://www.dw.com/pt-br/os-alem%C3%A3es-podem-mudar-de-ideia-sobre-a-energia-nuclear/a-59700842>

⁵¹ DW (2022). “Alemanha adia desativação de suas 3 últimas usinas nucleares”. DW. Ver: <https://www.dw.com/pt-br/alemanha-adia-desativa%C3%A7%C3%A3o-de-suas-3-%C3%BAltimas-usinas-nucleares/a-63467672>

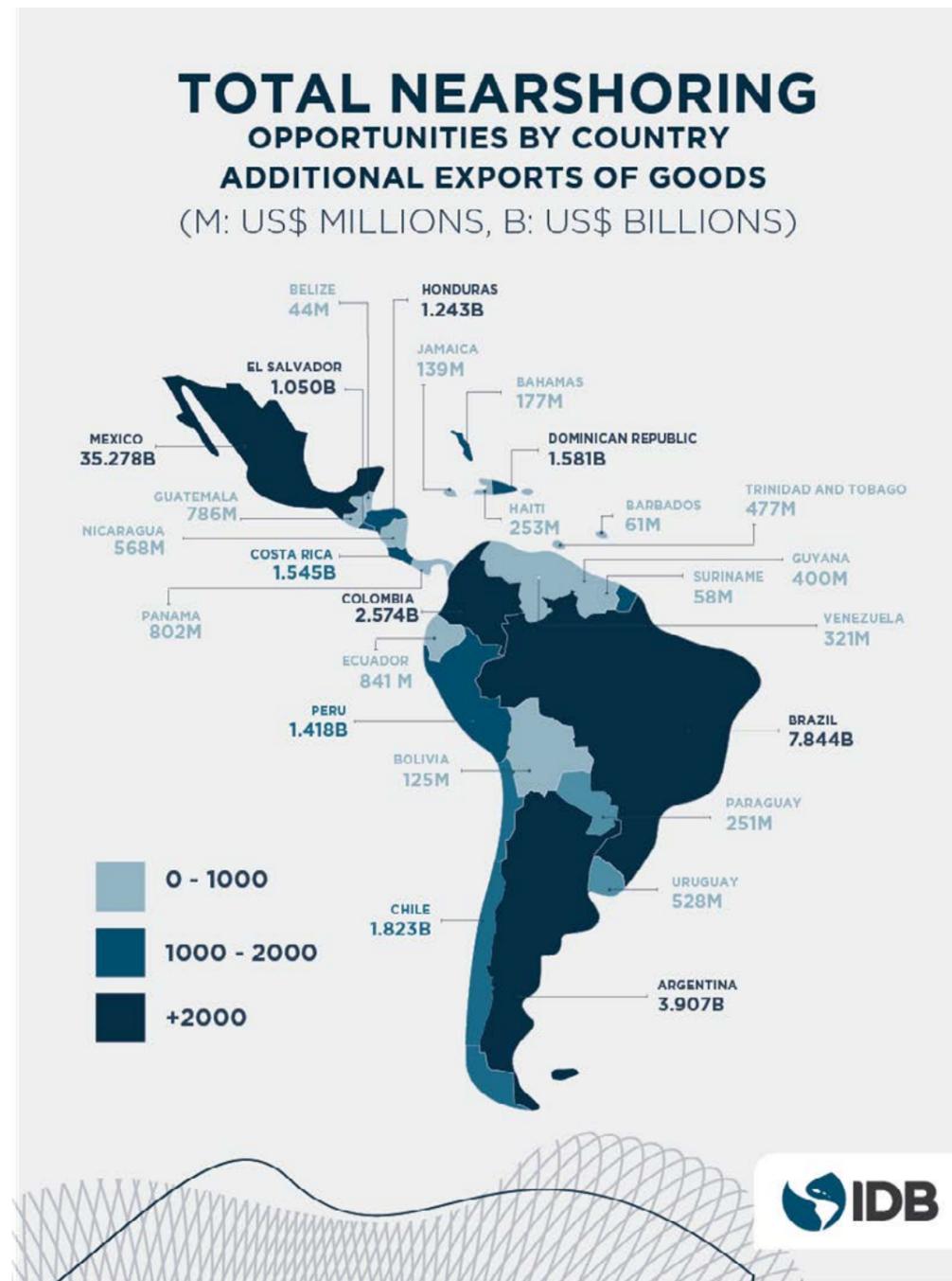
⁵² Ritchie e outros (2020) - “CO₂ and Greenhouse Gas Emissions”. OurWorldInData.org. Ver: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>

⁶³ IDB (2022). “Nearshoring can add annual \$78 bln in exports from Latin America and Caribbean”. New Releases June 07, 2022. Ver: <https://www.iadb.org/en/news/nearshoring-can-add-annual-78-bln-exports-latin-america-and-caribbean>

⁶⁴ Aunque el Nearshoring puede ser prometedor, las evidencias muestran situaciones ambiguas. La mayor parte del Nearshoring hasta el momento se ha dirigido hacia México, en parte debido a la proximidad con Estados Unidos y al acuerdo de libre comercio con ese país. Sin embargo, hay evidencias de que los costos y condiciones de producción serían menos favorables que los de la producción en China. Además, México tiene un ecosistema de proveedores de bienes y servicios menos diversificado y sofisticado que el de China y muchos insumos para la producción son importados de ese país asiático. Por último, México enfrenta problemas de confiabilidad en la provisión de energía y tiene una matriz energética aún basada en fuentes fósiles (ver *Nearshoring Shift Brings Production Hurdles Closer to Home* – *Wall Street Journal*, 24/4/2023).



FIGURA 23. ESTIMACIONES DE EXPORTACIONES ADICIONALES POR NEARSHORING (OPORTUNIDADES POR PAÍS DE ALC)



Fuente: IDB (2022)

En 2018, China exportó US\$ 543 mil millones a EE.UU., mientras que ALC exportó US\$ 467 mil millones. En 2022, esas cifras aumentaron a US\$ 526 mil millones y US\$ 603 mil millones, es decir, ALC, de hecho, ya está ganando espacio en el mercado estadounidense. Los datos recientes muestran un aumento significativo en

las exportaciones de maquinaria y equipo, manufacturas de madera, aluminio, vidrio, instrumentos médicos y químicos de la región, lo que sugiere un alto potencial de expansión. Powershoring podrá aprovechar este movimiento, cumplir con los requisitos ambientales y crear un cinturón de protección de producción.





POWERSHORING: RIESGOS Y AMENAZAS



Foto: Adobe Stock

Esta sección aborda los riesgos y amenazas a la estrategia de Powershoring en ALC. En términos generales, dichos riesgos y amenazas se pueden dividir en dos componentes: externos e internos. Los riesgos y amenazas de carácter externo están mayoritariamente relacionados con los efectos e impactos derivados de la estrategia de *Reshoring* anclada en políticas de discriminación, proteccionismo y generosos subsidios a la producción nacional de energías limpias y renovables en los países europeos y EE.UU. discutido anteriormente, y que no disfrutaban de las mismas ventajas comparativas que ALC.

Los riesgos y amenazas de carácter interno están relacionados con la forma en que algunos líderes políticos y empresariales de ALC visualizan aprovechar las oportunidades derivadas de las ventajas comparativas de la región en la producción de energías limpias y renovables. En este sentido, defienden un modelo primario exportador de H2V producido a partir de las energías renovables disponibles en la región. Cabe señalar que este componente interno tiene una fuerte correlación y sinergia con el componente externo, ya que un objetivo importante es la expansión de la estrategia de *Reshoring*, principalmente en EE.UU., y del proteccionismo y la discriminación, principalmente en Europa.⁶⁵

LA ESTRATEGIA DE REUBICACIÓN DE SUBVENCIONES

Ya se han presentado las características de las estrategias empresariales para la ubicación geográfica de inversiones y plantas productivas. En este apartado destacamos la estrategia de *Reshoring*, hace poco defendida especialmente por EE.UU. y Europa. El *Reshoring* se puede definir como el regreso de plantas industriales a su país de origen por decisión voluntaria o por algún tipo de incentivo gubernamental o presión política. Es una decisión empresarial que puede darse con mayor o menor intensidad, según el conjunto de cuestiones políticas o incentivos económicos de que disponga el decisor.

La estrategia de *Offshoring* ha demostrado ser económicamente viable y atractiva durante décadas. Sin embargo, las ventajas comparativas que sustentaban tal movimiento perdieron fuerza debido al aumento de los costos laborales en los países de destino de las inversiones. Adicionalmente, la concentración de la producción incrementó los riesgos logísticos y las interrupciones productivas, generando episodios no aislados de desabasto generalizado en el suministro de máquinas, equipos, partes, piezas, productos e insumos. Sin embargo, desde la perspectiva de la empresa, no está claro que el *Reshoring* sea la mejor o la única alternativa

económicamente viable a la merma del *Offshoring*. Al fin y al cabo, las estrategias locacionales del tipo “*winner takes all*” implican la reconcentración geográfica de la producción, así como el aumento de los riesgos derivados de la concentración, como se ha aprendido recientemente.

Parece tener sentido que las empresas consideren una supra estrategia de diversificación geográfica de la producción basada en diferentes estrategias de ubicación secundaria, que incluyen *Offshoring*, *Reshoring* y *Powershoring*. Sin embargo, parece haber un esfuerzo por parte de las economías desarrolladas para hacer del *Reshoring* la estrategia de ubicación hegemónica, con la reconcentración de la producción industrial, pero ahora en algunas partes de EE.UU. y Europa.

Las justificaciones utilizadas para la reconcentración podrían clasificarse tentativamente en tres grupos. El primero, asociado a cuestiones geopolíticas, tema ya abordado anteriormente. La segunda, asociada a los negocios. De hecho, la Agencia Internacional de la Energía predice que se necesitarán inversiones anuales en el sector energético de al menos US\$ 4 trillones para lograr la neutralidad de carbono. Aun así, según BloombergNEF,

⁶⁵ Uno de los mayores riesgos para la ALC está asociado a la agenda de certificaciones y estandarización (por ejemplo, en H2V y modelos de contratación), que normalmente son “impuestos” por Estados Unidos y/o Europa. Esto se debe a que a través de las certificaciones se pueden dirigir los rumbos de la industria de cambio climático, la división de riesgos, el papel que cada país puede jugar y los flujos de capitales. Consciente de esto, la ALC debería defender sus intereses y promover la coordinación para que pueda optimizar los beneficios del Powershoring y áreas adyacentes, como el mercado de carbono.



se necesitarán otros US\$ 21 trillones en inversiones en líneas de transmisión para 2050 para que se pueda lograr la política de cero emisiones netas. Todo ello convierte al cambio climático en la mayor y más potente área de influencia política y fuente de negocio, riqueza y generación de empleo de las próximas décadas. Y tercero, el retorno de las políticas industriales activas al centro de las políticas públicas estadounidenses y europeas.

Los retos de la transición energética y los ambiciosos objetivos de descarbonización hacen del *Reshoring* una estrategia controvertida por al menos dos motivos: el propio riesgo de concentración geográfica de la producción industrial y la ausencia de ventajas comparativas satisfactorias en la producción conjunta y complementaria de distintas energías limpias y renovables.

No hay duda de que EE.UU. y Europa tienen un conjunto único, valioso y sofisticado de activos estratégicos tangibles (infraestructura física, recursos naturales y ubicación geográfica) y activos intangibles (instituciones y mercados sofisticados y capital humano e intelectual). Sin embargo, la producción de energías limpias y renovables definitivamente no es una de ellas, al menos en el horizonte previsible, lo suficientemente largo para afrontar los retos de la transición energética y los objetivos de descarbonización del Acuerdo de París.

Según estimaciones de BloombergNEF, para 2050, aproximadamente el 50% de la electricidad producida en el mundo será baja en carbono y renovable.⁶⁶ Neste cenário, faz-se necessário considerar as oportunidades decorrentes do potencial de produção de H2V a preços competitivos viabilizada pelos baixos custos de produção combinada das energias eólica e solar em algumas regiões do planeta. Como já mencionado, a expectativa é que, em 2050, países como China, Chile, Brasil, Marrocos e Colômbia figurem entre os mais competitivos na produção e comercialização de H2V. Este ponto é aqui abordado para reforçar e esclarecer o argumento acerca dos obstáculos de o *Reshoring* se estabelecer como estratégia permanente.

EE.UU. y Europa han diseñado programas para estimular la producción local de energías limpias y renovables, así como la producción de equipos relacionados, como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, electrolizadores y otros, que se beneficiarán de

subsídios gubernamentales muy generosos y con discriminación y proteccionismo. Tales iniciativas son antagónicas a las políticas propugnadas por el Consenso de Washington, lo que sugiere que la tercera ola de globalización ha sucumbido a los efectos de la Gran Recesión de 2008 y que los intereses económicos y geopolíticos nacionales son capaces de imponer límites al funcionamiento de los mercados.

La iniciativa más grande hasta el momento en este sentido es el *Inflation Reduction Act de EE.UU.* de 2022 (IRA), un paquete de estímulo de US\$ 433 mil millones, de los cuales US\$ 369 mil millones están destinados a programas de seguridad energética y cambios climáticos. Esta cantidad incluye varios tipos de incentivos y subsidios, entre ellos:

- (i) créditos fiscales con el objetivo de reducir el LCOE de las energías renovables hasta en un 60%;
- (ii) préstamos para proyectos de inversión elegibles con vencimientos de hasta 30 años y que cubran hasta el 80% del CAPEX de los proyectos;
- (iii) disponibilidad de subvenciones para proyectos estratégicos supervisados por el Departamento de Energía y la Agencia de Protección Ambiental (EPA); y
- (iv) cambios en las reglas de deducción de impuestos para el cálculo de la renta imponible y bonificaciones para comunidades de bajos ingresos por la instalación de infraestructura de energía limpia. (LEK, 2022).⁶⁷

Para ilustrar el alcance de esta medida, según estimaciones de Credit Suisse (2023)⁶⁸, el costo promedio actual de H2V en EE. UU. sería de US\$ 2,82/kg, pero con el crédito fiscal de US\$ 3,00/kg que otorgará la IRA, el kilo tendría un valor negativo de US\$ 0,18/kg, precio que excluye retornos a los productores de hidrógeno. El costo del módulo solar podría reducirse a US\$ 0,05-0,10/W para 2025-2030 frente al costo promedio actual sin subsidio de US\$ 0,25-0,30/W. Se estima que, con los subsidios e incentivos, la producción estadounidense de equipos solares y eólicos se convertirá en la más barata del mundo y que al menos el 90% de la demanda interna de esos equipos será abastecida por la propia cadena interna.

Dado que este tipo de política de intervención tiene un

potencial muy alto para influir en los mercados, así como en la estructura de costos y capital de las empresas, crea una desviación del comercio, de la inversión y del empleo que, al final del día, puede tener consecuencias perjudiciales bastante importantes para otros países, especialmente para los países en desarrollo, y retrasar así la transición hacia una economía global baja en carbono.

La IRA podría garantizar a EE.UU. una posición de liderazgo estratégico en el mercado emergente de H2V y productos derivados, como sucedió en el mercado global de GNL, sin embargo, este liderazgo no tiene en cuenta consideraciones relacionadas con los costos directos e indirectos, como la seguridad energética, temas geopolíticos, exposición a riesgos naturales extremos, búsqueda de diversificación internacional en la ubicación de plantas industriales, posibilidad de cambios políticos internos, entre otros, que pueden afectar la sostenibilidad de ese liderazgo. Se estima que la IRA creará más de 9 millones de puestos de trabajo en los EE. UU. para 2030.

Medidas unilaterales como esta frustran las ventajas comparativas de regiones en desarrollo con condiciones altamente competitivas para producir energía limpia y renovable, generar soluciones tecnológicas sostenibles y soluciones basadas en la naturaleza y que tengan el potencial de convertirlas en participantes naturales en un proceso integral, resiliente y socialmente inclusivo de abordar cambio climático.

Además, cabe señalar que “la IRA proporciona subsidios en forma de créditos fiscales y condiciona estos créditos a la producción basada en los EE. UU. y al suministro de insumos de América del Norte” (Demertzis, 2023).⁶⁹ Por lo tanto, la medida ha sido interpretada como una violación de las reglas del comercio internacional por parte de sus socios europeos y China. Parece haber consenso en que el IRA tiene el potencial de erosionar el sistema de cooperación multilateral, incluso sirviendo como desencadenante de una “carrera transatlántica” de subsidios (Parlamento Europeo, 2023).⁷⁰ Hasta el momento, la reacción de la Unión Europea ha sido pragmática, incluso al momento de negociar con el gobierno estadounidense la extensión



Conforme estimativas da BloombergNEF, até 2050, aproximadamente 50% da energia elétrica produzida no mundo será de baixo carbono e renovável

de los beneficios del IRA a las plantas productivas europeas en territorio norteamericano,⁷¹ pero esto podría cambiar en un futuro próximo, según analistas.

La Unión Europea ha anunciado metas muy ambiciosas para la industria energética y la transición, por ejemplo: lograr un *market share* del 40% de la industria verde del mundo; 40% de autosuficiencia en los niveles de suministro de materiales críticos; y una capacidad de producción anual de 30 GW de energía solar fotovoltaica, 36 GW de energía eólica y 31 GW de bombas de calor y frío. No es posible evaluar en qué medida dichos objetivos son factibles en un escenario con los incentivos que brinda la IRA. Del mismo modo, no se puede descartar la posibilidad de que la IRA realmente sirva como detonante de una “carrera transatlántica” de subsidios.

Europa, por otro lado, ha tomado una fuerte acción en el campo regulatorio y normativo, además de los subsidios, incluido el *EU Green Deal*, *RePowerEU* y el *Carbon Border Adjustment Mechanism – CBAM*.⁷² CBAM requiere que la mayoría de las importaciones de la UE con alto contenido de carbono incurran en impuestos sobre el carbonocomparables a los de las empresas del bloque o

⁶⁶ Ver: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/metade-da-energia-eletrica-produzida-em-2050-sera-de-baixo-carbono/>

⁶⁷ LEK (2022). “Inflation Reduction Act 2022 And its effects on clean energy technology”. Mimeo.

⁶⁸ Credit Suisse (2023), US Inflation Reduction Act - A Tipping Point In Climate Action.

⁶⁹ Demertzis, Maria (2023). “The EU response to the United States Inflation Reduction Act”. Bruegel.org. Ver: <https://www.bruegel.org/comment/eu-response-united-states-inflation-reduction-act>

⁷⁰ European Parliament (2023). “Question time: Strengthening transatlantic ties in a challenging multilateral world”. At the Glance, Plenary – March I 2023. Ver: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2023/745667/EPRS_ATA\(2023\)745667_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2023/745667/EPRS_ATA(2023)745667_EN.pdf)

⁷¹ Ver: <https://www.economista.es/energia/noticias/12189735/03/23/La-UE-logra-que-EEUU-trate-por-igual-al-motor-europeo-en-su-plan-de-ayudas.html>

⁷² El Parlamento Europeo votó el 18 de abril de 2023 a favor de la implementación del CBAM.



paguen el equivalente en un arancel basado en el carbono, lo que probablemente tenga un impacto comercial importante para otros países, una medida que también es vista como potencialmente objetable en el marco de la OMC. Además de un eventual plan de subvenciones en la línea del IRA que estaría en estudio, Europa creó, a finales de 2022, el Banco Europeo del Hidrógeno, con el fin de asumir riesgos y financiar la cadena de valor del sector y desarrollar el mercado y producción de gas, con una meta de 10 millones de toneladas.

El proteccionismo, los subsidios y las medidas discriminatorias de EE.UU. y Europa son un reconocimiento tácito de la competitividad relativamente menor de la energía verde. No hay duda de que las medidas anteriores

son capaces de crear obstáculos para Powershoring en LAC. Sin embargo, como se discutirá más adelante, los beneficios e incentivos proporcionados por las medidas estadounidenses y europeas de reconcentración geográfica de plantas industriales y cadenas productivas no tendrían el poder de mitigar los riesgos asociados con esta misma concentración. Adicionalmente, no existe consenso en la literatura especializada de que las barreras arancelarias y no arancelarias, los subsidios y los incentivos fiscales puedan compensar las desventajas comparativas de forma permanente. Por lo tanto, los riesgos asociados con los efectos de esas medidas no deben ser pasados por alto por ALC, al igual que sus beneficios e incentivos no deben ser sobreestimados por los contribuyentes, empresas e inversores privados.⁷³

MODELO DE EXPORTADOR PRIMARIO DE HIDRÓGENO VERDE

Una segunda fuente de riesgo para la estrategia de Powershoring es de naturaleza interna. Este riesgo está asociado a que algunos líderes políticos y empresariales de la región han visualizado explorar las ventajas comparativas locales en la producción de energías limpias y renovables, sin embargo, enfocados en un modelo de negocios primario-exportador. Más concretamente, a través del bajo coste de producción de la energía eólica y solar fotovoltaica como insumos para la producción de H2V con fines de exportación y suministro a plantas productivas en Europa y EE.UU. Esta es una estrategia de mercantilización internacional para H2V, como lo destacan investigadores del Laboratorio de Hidrógeno de la Universidad Estadual de Campinas (Canal Solar, 2022)⁷⁴.

Aún en esta perspectiva, se cree que Brasil tiene todas las condiciones para convertirse en un importante

hub de exportación de H2V del mundo. En palabras de Nivalde de Castro, profesor del Instituto de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro y coordinador del Grupo de Estudios del Sector Eléctrico (Gesel), "podemos convertirnos en la 'Arabia Saudita' del hidrógeno" (Rodrigues, 2022)⁷⁵. O potencial, de fato, existe e, como já destacado ao longo deste informe, é extensivo à outras economias da região, incluindo o Chile, Colômbia e Uruguai.

La estrategia de establecer hubs de exportación de H2V y amoníaco verde en el hemisferio sur, con énfasis en ALC⁷⁶ y el continente africano,⁷⁷ está especialmente alineada con la agenda europea de transición energética, incluido el Acuerdo Verde de la UE Green Deal y el EU Hydrogen Strategy (Sadik-Zada, 2021)⁷⁸ - con el ambicioso objetivo de importar 10 millones de toneladas de H2V para 2030. Para ello, la UE está firmando cartas de intención y otros instrumentos

expresando interés en importar y trabajar con gobiernos, puertos y empresas e incentivar inversiones para la producción y exportación de gas a ese continente.

No hay duda de que las asociaciones de ALC con Europa para el desarrollo de la producción y comercialización de H2V pueden generar resultados mutuamente beneficiosos. De la misma forma que la creación de hubs para la exportación de H2V en ALC no representa un problema per se, siempre y cuando no se descuiden otras oportunidades igualmente importantes para la generación de riqueza y valor económico debido a una estrategia monotemática y primario-exportadora. Como se destacará más adelante, no faltan razones para creer que el potencial energético de la región puede y debe ser explotado a partir de una estrategia de desarrollo basada en mayores niveles de diversificación productiva, complejidad económica y economías de aglomeración.

En este sentido, tendría sentido que ALC considerara una "Estrategia de Tres Vías". El primer camino consistiría en promover los factores habilitadores para incrementar la producción de energía verde, segura, barata y abundante. La segunda vía consistiría en promover la expansión de la producción H2V a niveles que garantizaran ganancias de escala, ganancias de escopo y una caída en el precio marginal para enfrentar subsidios, incentivos fiscales y otros instrumentos de intervención de precios en EE.UU. y Europa, además de ganancias de aprendizaje, conocimiento del modelo de negocio, formación de alianzas nacionales e internacionales y producción local de equipos, de manera de convertir a la región en un gran hub global H2V, aprovechando las inmensas ventajas comparativas en energía verde, además la gran disponibilidad de terrenos industriales, agua y posición geográfica favorable. La tercera vía consistiría en el uso prioritario de este gas para la promoción de Powershoring, exportando los excedentes.

Las estrategias de exportar energía verde "incrustada" en productos industriales y exportar energía verde "cruda" son complementarias, aunque no sincronizadas temporalmente. Esto se debe a que todavía estamos



Una segunda fuente de riesgo para la estrategia de Powershoring es de naturaleza interna. Este riesgo está asociado a que algunos líderes políticos y empresariales de la región han visualizado explorar las ventajas comparativas locales en la producción de energías limpias y renovables, sin embargo, enfocados en un modelo de negocios primario-exportador.

lejos de lograr tecnologías seguras y económicamente viables para el transporte marítimo de H2V en forma de amoníaco, así como tecnologías igualmente seguras y económicas para reconvertir el amoníaco en H2V para uso industrial en los puertos de los países importadores. Entonces, en igualdad de condiciones, el uso local de la energía probablemente precedería temporalmente a la exportación a gran escala. Para explotar todo el potencial de la segunda vía, será necesario un conjunto de políticas públicas para aumentar el atractivo de Powershoring en la región, tema que se discutirá más adelante. Finalmente, para la tercera vía, se requerirá una política industrial bien articulada y coordinada y bien concebida, que sea económicamente viable e innovadora, tema que también se aborda a continuación.

⁷³ Al proporcionar enormes subsidios y proteger y discriminar la producción de otros lugares, el IRA y el EU Green Deal pueden ser una amenaza para las economías de los países en desarrollo y emergentes que no tienen las mismas condiciones fiscales y regulatorias para proteger sus economías e intereses. Del mismo modo, amenaza la descarbonización. La cuestión es especialmente compleja en un contexto en el que varios de esos países han sufrido mucho con la pandemia y enfrentan un alto endeudamiento, alta inflación y crisis económica. Para comentarios, ver el documento de WEF: <https://www.weforum.org/agenda/2023/03/what-do-green-subsides-mean-for-the-future-of-climate-and-trade-099a016307/>

⁷⁴ Canal Solar (2022). "Hidrogênio verde caminha para ser commodity internacional". Ver: <https://canalsolar.com.br/hidrogenio-verde-caminha-para-ser-commodity-internacional/>

⁷⁵ Rodrigues, Robson (2022). "Brasil pode se tornar maior hub de exportação de hidrogênio verde do mundo". Um só Planeta: Energia e Ciência. Globo.com. Ver: <https://umsoplaneta.globo.com/energia/noticia/2022/09/08/brasil-pode-se-tornar-maior-hub-de-exportacao-de-hidrogenio-verde-do-mundo.ghtml>

⁷⁶ Ver: <https://www.dw.com/pt-br/hidrog%C3%AAnio-verde-promete-turbinar-parceria-brasil-alemanha/a-64599718>

⁷⁷ Ver: <https://epbr.com.br/uniao-europeia-avanca-em-gasoduto-para-hidrogenio/>

⁷⁸ Sadik-Zada, Elkhani (2021). "Political Economy of Green Hydrogen Rollout: A Global Perspective". Sustainability. Vol. 13(23), 13464.



POWERSHORING: PROPUESTA DE VALOR COMERCIAL



Foto: Adobe Stock

Así las ventajas comparativas de ALC en la producción de energía limpia y renovable, con seguridad energética a costos competitivos y en un escenario geopolítico desafiante de transición energética y cambio climático, han llevado a la creación de una nueva clase de activos y oportunidades para la inversión privada.

Un primer conjunto de estos activos está relacionado con la exploración de ventajas comparativas, como inversiones en infraestructura, logística y construcción de parques eólicos, parques solares fotovoltaicos y plantas para la producción de H2V.

Sin embargo, nos interesa discutir otro conjunto de activos: inversiones en plantas de producción industrial que puedan beneficiarse de la proximidad geográfica de fuentes de energía limpias y renovables, en un mercado donde parte de la producción sería absorbida regionalmente y el excedente sería exportado a bajo costo y condiciones logísticas competitivas. En otras palabras, es la Estrategia de Tres Vías discutida anteriormente.

Una pregunta en este punto es cuál sería la razón por la que una planta de producción industrial se beneficiaría de la proximidad geográfica de fuentes de energía limpias y renovables. La respuesta a esta pregunta ya ha sido desarrollada. Se ha visto que las principales energías limpias y renovables disponibles actualmente a costos competitivos son intermitentes y no están disponibles de manera abundante y simultánea en muchos lugares del planeta. De hecho, pocos lugares en el globo son capaces de producir varias energías limpias y renovables a costos competitivos de manera simultánea y complementaria, requisito fundamental para mitigar el problema de la intermitencia. También se vio que el transporte intercontinental de energías limpias y renovables, como las exportaciones H2V, es una posibilidad que aún enfrenta desafíos tecnológicos, de costos y de seguridad que aún no han sido adecuadamente resueltos.

El hecho es que los objetivos de descarbonización impuestos a las economías de todo el mundo implican el surgimiento de una transición energética. La emergencia afecta a todos, pero los niveles de



Desde esta perspectiva, la estrategia Powershoring constituye una oportunidad única para aquellos proyectos de inversión en los que los costos derivados de retrasar la transición energética son crecientes y desproporcionadamente elevados.

urgencia varían considerablemente de un país a otro y de un sector a otro, dependiendo de varios factores, incluyendo las estructuras de las matrices energéticas y perfiles de capacidad instalada y generación eléctrica, además de las diferentes exposiciones a riesgos de eventos climáticos y riesgos geopolíticos.

Desde esta perspectiva, la estrategia Powershoring constituye una oportunidad única para aquellos proyectos de inversión en los que los costos derivados de retrasar la transición energética son crecientes y desproporcionadamente elevados. Discutimos brevemente a continuación cómo la estrategia Powershoring es capaz de producir valor económico para los inversionistas privados a través de la diversificación del riesgo, una mayor resiliencia y el cumplimiento de las agendas ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ESG) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

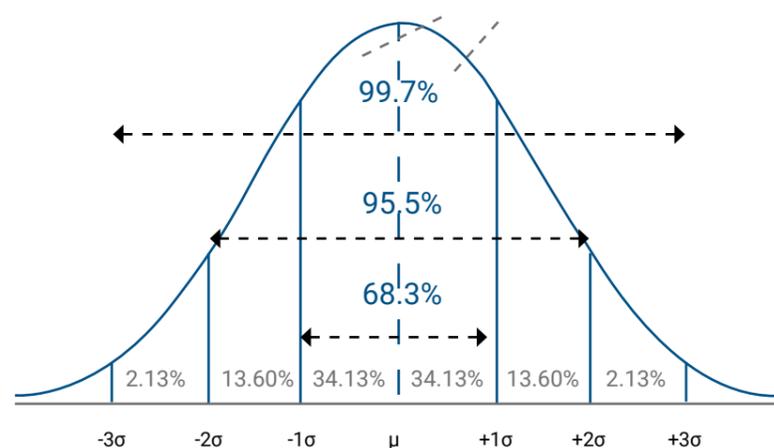
RESILIENCIA Y DIVERSIFICACIÓN DE RIESGOS

Un primer impulsor de valor comercial de la estrategia Powershoring es la diversificación de riesgos y la resiliencia económica. Para comprender mejor este punto, es necesario utilizar dos conceptos económicos y financieros fundamentales: riesgo de cola, efecto dominó (*ripple effect*) y riesgo sistémico.

El riesgo de cola “está asociado con eventos raros, pero que pueden causar pérdidas extremas” (Almeida et al, 2013)⁷⁹. Los eventos de cola también se conocen con la expresión “cisnes negros”, término que asocia la ocurrencia de tales eventos con situaciones excepcionales.⁸⁰ El término “cola” está asociado a los extremos de una distribución normal (curva de Gauss), ya que, al tener forma de campana, los valores de las colas de la distribución tienen bajas probabilidades de ocurrencia.

Por ejemplo, imagine una ubicación hipotética donde la temperatura (T) se distribuye normalmente con media $\mu=25^{\circ}\text{C}$ y desviación estándar de $\sigma=8^{\circ}\text{C}$, formalmente $T\sim N(25^{\circ}\text{C},8^{\circ}\text{C})$. La regla empírica de distribución normal (ver gráfico en la Figura 24) establece que, dentro de un período de muestra de 1.000 días, la temperatura variará en el intervalo entre 17°C (media menos una desviación estándar) y 33°C (media más una desviación estándar) en aproximadamente 683 días. El número de días en los que la temperatura variará entre 9°C (media menos dos desviaciones estándar) y 41°C (media más dos desviaciones estándar) es de aproximadamente 955 días. Finalmente, la temperatura variará dentro del rango de 1°C (media menos tres desviaciones estándar) a 49°C (media más tres desviaciones estándar) en aproximadamente 997 días. En este sentido, se consideran eventos de cola los días en los que las temperaturas sean inferiores a 1°C o superiores a 49°C .

FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN NORMAL, REGLA EMPÍRICA



Fuente: <https://dsd.arcos.org.br/estatistica/>

Imaginemos ahora que en este hipotético lugar también se encuentra una hipotética planta de producción, proyectada para operar durante 15 años, es decir, 5.475 días. Imaginemos que cuando las temperaturas son muy bajas (igual o inferior a 0°C), las tuberías de la planta se congelan, lo que obligaría a parar la planta para realizar reparaciones. Por ello, al diseñar la fábrica se sabía que cada 1.000 días de funcionamiento existiría la posibilidad de temperaturas superiores a los 49°C en 1,5 días, al igual que el número de días previsto para temperaturas muy bajas (iguales o inferiores a 0°C) fue de 1,5 días. Por lo tanto, dentro de los 5.475 días de operación, se proyecta que la planta se detenga para reparar tuberías en aproximadamente 8 ocasiones ($5.475/1000*1,5$). Además, suponga que cada reparación toma 7 días de interrupción de la planta, por lo que totaliza 56 días de interrupción para un total de 5475 días de operación (aproximadamente 1%). Finalmente, suponga que normalizar la producción y restaurar los niveles normales de inventario requiere 14 días adicionales, sumando 21 días por evento y 168 días en el período (aproximadamente 3%).

Dichas proyecciones sirven como parámetros para la planificación de la producción, la gestión de inventarios y costes de explotación, la estimación de ingresos y sus provisiones, la gestión de riesgos, los planes de contingencia, la contratación de seguros, contratos de *hedge* y el establecimiento de cláusulas contractuales especiales con proveedores y clientes.

Se vio en las secciones anteriores que los efectos del cambio climático han proporcionado un aumento en el número de eventos extremos en las últimas décadas (figura 18). Como si el aumento en el número de eventos fuera poco, es necesario agregar un ingrediente importante en este escenario: la incertidumbre.

Nuestra capacidad de gestión de riesgos (planes de contingencia, provisiones y otros) depende de nuestro conocimiento de las distribuciones de probabilidad de eventos. Sabemos que hay un aumento en el número de eventos extremos, pero aún no podemos saber exactamente hacia dónde se dirigen las distribuciones de probabilidad. En nuestro ejemplo hipotético, esto significa que el número de días en los que las temperaturas superarán los 49°C (o descenderán por debajo de los 0°C) será superior a 1,5 en 1000. Sin embargo, no podemos decir cuántos días más.

Se mencionó que las estrategias ganadoras de localización del tipo “*winner takes all*” implican la concentración geográfica de la producción, así como el aumento de los riesgos derivados de esta concentración. Desarrollamos aquí este punto. Imaginemos que la ubicación hipotética no solo alberga la planta de producción hipotética, sino las plantas de todos sus competidores globales. Sabemos que a lo



Un primer impulsor de valor comercial de la estrategia Powershoring es la diversificación de riesgos y la resiliencia económica.

largo de 15 años este eslabón de la cadena productiva se interrumpirá aproximadamente 8 veces, demorando 21 días por evento, hasta que las operaciones vuelvan a la normalidad. Como ya se mencionó, esto significa que los efectos deletéreos de los eventos de cola consumirían aproximadamente un 3% del período, en forma de reparaciones y recomposición productiva. Dichos costos están lejos de ser insignificantes, pero sus riesgos son manejables una vez que conocemos las distribuciones de probabilidad de los eventos.

¿Qué sucede cuando ya no somos capaces de estimar mínimamente las probabilidades de eventos extremos? ¿Deberíamos ser más conservadores y escalar un “colchón de seguridad” para acomodar los efectos adversos de 16 o 24 eventos cada 15 años? ¿Deberíamos mantener la proyección de 8 eventos y aceptar los riesgos de incumplimiento de cláusulas contractuales, pago de multas y pérdida de reputación con los clientes? ¿O deberíamos diversificar la producción en diferentes localidades, principalmente entre localidades donde los períodos de mayor probabilidad de congelamiento no coincidan (el período de verano en la ubicación de la planta A es equivalente al período de invierno en la ubicación de la planta B, por ejemplo)?

Antes de evaluar las respuestas a estas preguntas, es necesario discutir un segundo concepto fundamental: el efecto dominó (*ripple effect*) o riesgo sistémico. Los diccionarios definen el efecto dominó como una perturbación inicial y aislada en un sistema, que termina propagándose y alcanzando un área cada vez mayor de ese sistema. Los diccionarios financieros definen el riesgo sistémico como la “posibilidad de que un

⁷⁹ Almeida, Caio; Vicente, José e Guillen, Osmani (2013). “Estimação não-paramétrica do risco de cauda”. Trabalhos para Discussão 311, Departamento de Estudos e Pesquisas (Depep), Banco Central do Brasil.

⁸⁰ Aunque los cisnes negros (*Cygnus atratus*) no son tan raros en Australia, donde se pueden encontrar en todo su territorio.



evento a nivel de la empresa pueda desencadenar una inestabilidad severa o colapsar toda una industria o economía” (Chen, 2020).⁸¹

La literatura especializada ha utilizado técnicas de análisis de redes para una mejor comprensión del riesgo sistémico (ECB, 2010).⁸² El objetivo es evaluar cómo las configuraciones de red, con respecto a las medidas de densidad, centralidad y modularidad,⁸³ influyen en el alcance del efecto cascada. Si la perturbación inicial alcanza nodos con alta centralidad (empresas, por ejemplo) en una red muy densa (cadenas productivas, por ejemplo), el shock adverso o evento de cola que originó el proceso puede propagarse a todos los nodos de la red.

Evidentemente, las cadenas productivas concentradas geográficamente tienden a representar redes muy densas, fuertemente interconectadas a través de diferentes nodos con gran poder de centralidad. Imaginemos ahora que la ubicación hipotética no solo alberga la planta de producción hipotética y todos sus competidores globales, sino también toda la cadena de producción, constituyendo así una red altamente densa e interconectada.

En caso de eventos de cola de carácter geográfico - como es el caso del ejemplo de temperaturas en el que hemos estado trabajando hasta ahora - los efectos adversos del riesgo sistémico se verán muy amplificados. En primer lugar, porque los efectos adversos serán bastante generalizados a lo largo de toda la cadena productiva. En segundo lugar, porque no sólo se desencadenarán los efectos adversos macro, que afectan al sistema en su conjunto (las temperaturas extremas afectan a todos al mismo tiempo), sino también los efectos adversos (micro) idiosincrásicos que sufre cada una de las empresas (los efectos adversos implican daños específicos para cada una de las empresas de la cadena productiva). Finalmente, todos los problemas ocurren simultáneamente.⁸⁴

Parece claro que, en este nuevo escenario hipotético, el restablecimiento de la normalidad operativa en la cadena productiva superará con creces los 21 días estimados para la empresa hipotética. Queda claro que la concentración geográfica de la producción proporciona bonificaciones (economías de escala y escopo) y cargas (riesgos sistémicos más generalizados). Sin embargo, una vez que conocemos las distribuciones de probabilidad de los eventos de cola, la gestión de riesgos es posible, sin importar cuán costosas sean las cantidades involucradas. En un escenario de incertidumbres sobre la distribución de eventos, volvimos a cuestionarnos sobre mantener un “colchón de seguridad”, aceptando el riesgo de incumplimientos contractuales o diversificando riesgos.

Como se vio en la discusión de las olas de estrategias de ubicación de la producción, las corporaciones parecen estar respondiendo a esta pregunta diversificando los riesgos a través de la diversificación geográfica de la producción. Después de todo, la concentración de la producción global, combinada con el aumento de los eventos de cola, han colapsado las operaciones de varias cadenas productivas.

La política norteamericana y europea de reconcentración de la producción parece ir en sentido contrario a este movimiento. De hecho, quizás se necesiten altísimos incentivos, beneficios, subsidios, discriminación y proteccionismo para lograr los objetivos de concentrar la industria verde mundial, ya que, si bien EE.UU. y Europa cuentan con un valioso conjunto de activos tangibles e intangibles, la producción conjunta y complementaria de varias energías limpias y renovables, definitivamente no es una de ellas, como ya discutido.

El punto central de la discusión de la sección es que la excesiva concentración geográfica de la producción industrial - en condiciones de probable crecimiento en el número de eventos de cola e incertidumbre sobre sus distribuciones de probabilidad - tiende a debilitar las cadenas productivas globales, independientemente de que la concentración provenga

de ventajas comparativas en la producción de insumos estratégicos o generosos sistemas de subsidios.

En este sentido, la propuesta de valor de Powershoring reside en la disponibilidad de nuevas oportunidades de inversión y nuevas clases de activos que amplíen el alcance para diversificar la cartera de inversión privada, brinden una mejor gestión de riesgos e impliquen una mayor resiliencia económica de las cadenas productivas a nivel global. Powershoring en ALC se presenta, por tanto, como una solución económicamente atractiva para recibir parte de la producción industrial, en un contexto en el que la concentración geográfica de la producción es capaz de socavar la resiliencia de las cadenas productivas globales.

TRIPLE BOTTOM LINE

ALC se presenta como un lugar atractivo para recibir proyectos de inversión industrial de sectores económicos y empresas que enfrentan desafíos o emergencias mayores para la culminación de una transición energética exitosa. Como ya se ha comentado, no se trata solo de una cuestión de cumplimiento ESG o de reputación, sino también de gestión de riesgos y responsabilidades medioambientales.

El Powershoring es una estrategia muy adherente a los objetivos de las empresas alineadas con el concepto del *triple bottom line* o trípode de sostenibilidad. El *triple bottom line* es “un concepto comercial que postula que las empresas deben comprometerse a medir su impacto social y ambiental, además de su desempeño financiero, en lugar de centrarse únicamente en la generación de ganancias o el “resultado final” estándar” (Miller, 2020)⁸⁵.

Un aspecto central detrás del concepto del *triple bottom line* es que las discusiones en torno a un *tradeoff* potencial entre los resultados económicos y los resultados sociales y ambientales serían equivocadas. Como ya se destacó, una negativa, negación o postergación de la necesidad de alinearse con los requisitos de cumplimiento de la agenda ESG podría tener graves implicaciones económicas para las corporaciones, como la acumulación de pasivos ambientales, pérdida de



El triple bottom line es “un concepto comercial que postula que las empresas deben comprometerse a medir su impacto social y ambiental, además de su desempeño financiero, en lugar de centrarse únicamente en la generación de ganancias o el “resultado final” estándar”

reputación y mayores riesgos y costos de recaudación de fondos, especialmente en un mundo donde una porción cada vez mayor de la población mundial (especialmente los consumidores) está compuesta por la clase media, un grupo que es menos resistente a asumir costos marginalmente más altos para deshacerse de los modelos comerciales considerados desalineados e incumplidores.

Los críticos del modelo de *triple bottom line* “a menudo señalan la sostenibilidad como un problema secundario, una moda pasajera, un *greenwashing* o un problema comercial sin importancia” (Epstein-Reeves e Weinreb, 2013).⁸⁶ Algunas de estas críticas no parecen del todo infundadas, con énfasis en el tema de las prácticas de *greenwashing*, en el que abundan las denuncias contra grandes corporaciones (Koons, 2022).⁸⁷ Sin embargo, este tipo de críticas ya tienen más de una década y no hay evidencia de que las estemos tratando como una moda pasajera. Al contrario. Los gobiernos, los consumidores, los reguladores, los inversores, los accionistas, las instituciones bancarias, las aseguradoras y las agencias de rating han presionado cada vez más a las empresas para que persigan estos objetivos de *triple bottom line*.

⁸¹ Chen, James (2020). “What Is Systemic Risk? Definition in Banking, Causes and Examples”. Investopedia. Ver: <https://www.investopedia.com/terms/s/systemic-risk.asp>

⁸² ECB (2010). “Recent Advances in Modelling Systemic Risk Using Network Analysis”. European Central Bank. Ver: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/modellingsystemicrisk012010en.pdf>

⁸³ Para una discusión no exhaustiva de las medidas en el análisis de redes sociales, ver: Disney, Andrew (2020). “Social network analysis 101: centrality measures explained”. Cambridge Intelligence. Ver: <https://cambridge-intelligence.com/keylines-faqs-social-network-analysis/>

⁸⁴ El concepto aquí presentado también es válido para eventos asociados a cuestiones geopolíticas y otros que puedan presentar riesgos para la continuidad de las operaciones. Este tema es especialmente importante para empresas con operaciones globales en cadenas de valor y que pueden tener mucho que perder con eventuales paros o reducción de producción.

⁸⁵ Miller, Kelsey (2020). “The Tripple Bottom Line: What It Is & Why It’s Important”. Harvard Business School, HBS Online. Business Insights. Ver: <https://online.hbs.edu/blog/post/what-is-the-triple-bottom-line>

⁸⁶ Epstein-Reeves, James e Weinreb, Ellen (2013). “Michael Porter: coining vital business strategies for sustainability”. The Guardian. Ver: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/michael-porter-coined-competitive-advantage>

⁸⁷ Koons, Eric (2022). “Greenwashing Examples 2022: Top 10 Greenwashing Companies”. EnergyTrackerAsia. Ver: <https://energytracker.asia/greenwashing-examples-of-top-companies/>



El caso es que el sistema capitalista está viviendo nuevos retos con la emergencia climática (Porter y Kramer, 2011),⁸⁸ lo que no significa que esté en peligro de extinción, sino que necesitaría reinventarse y adaptarse, como la gran mayoría. sistemas adaptativos complejos que conocemos (Lansing, 2003).⁸⁹

La tarea de reinención y adaptación no es baladí. Cuando se trata de economía, es necesario introducir una innovación sistémica, holística y generalizada que permita la creación de una plataforma para nuevos modelos de negocios económicamente sostenibles, replicables y escalables.

Una primera propuesta en esta dirección es el modelo de *Creating Shared Value* (CSV), o Creación de Valor Compartido, de Porter e Kramer (2011). La idea central de CSV es resumida por Menghwar y Daood (2021)⁹⁰ como “un proceso estratégico a través del cual las corporaciones pueden resolver un problema social que

es relevante para su cadena de valor mientras obtienen ganancias económicas”.

Una segunda propuesta es el Modelo de Economía Circular⁹¹. El concepto de economía circular se puede resumir como “un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, restaurar y reciclar los materiales y productos existentes durante el mayor tiempo posible” (European Parliament, 2023b),⁹² de modo que el ciclo de vida del producto se extiende.

Un punto importante es cómo se alinea la estrategia de Powershoring con aquellas propuestas de generación de valor económico para las corporaciones. El punto central es que los modelos de negocio que constituyen la estrategia conceptual de Powershoring se están inspirando en este paradigma, incluso en un período de la historia en el que se creía que tales modelos no serían económicamente viables, sostenibles, replicables y escalables.



Los críticos del modelo de triple bottom line “a menudo señalan la sostenibilidad como un problema secundario, una moda pasajera, un greenwashing o un problema comercial sin importancia”

⁸⁸ Porter, Michael e Kramer, Mark (2011). “Creating Shared Value: How to reinvent capitalism—and unleash a wave of innovation and growth”. Harvard Business Review, Jan-Feb 2011.

⁸⁹ Lansing, Stephen (2003). “Complex Adaptive Systems”. Annu. Rev. Anthropol. 2003. 32:183–204.

⁹⁰ Menghwar, Prem e Daood, Antonio (2021). “Creating shared value: A systematic review, synthesis and integrative perspective”. International Journal of Management Reviews. 23 (4): 466–485.

⁹¹ Boulding, Kenneth (1966). “The economics of the coming Spaceship Earth”. In: Jarrett, H., Ed., Environmental Quality in a Growing Economy, Resources for the Future. Johns Hopkins University Press: Baltimore.

⁹² European Parliament (2015). “Circular economy: definition, importance and benefits”. Headlines, Economy – December I 2015. Ver: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201ST005603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>

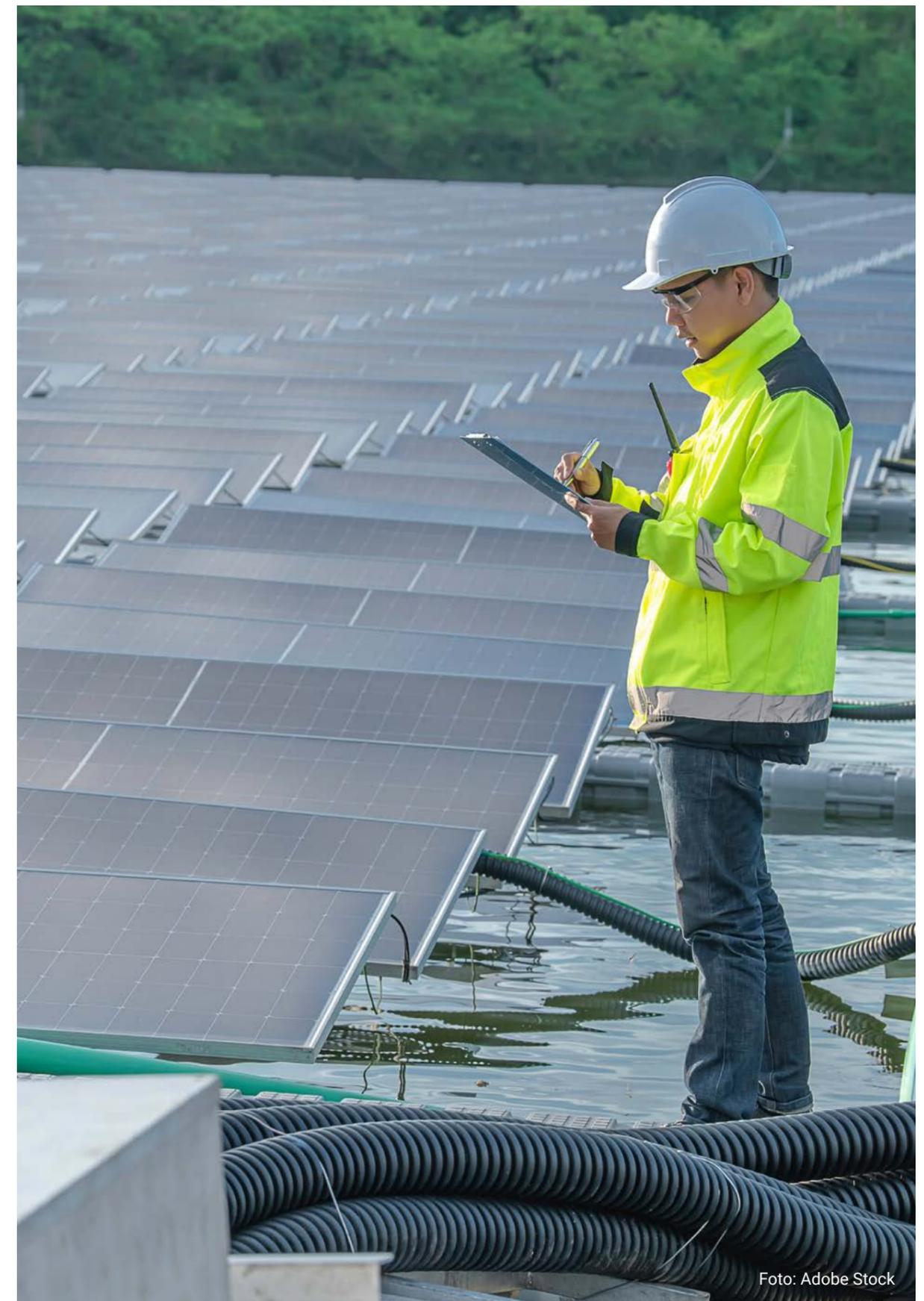


Foto: Adobe Stock



POWERSHORING Y POLÍTICA INDUSTRIAL MODERNA



Foto: Adobe Stock

INFORMACIÓN, COORDINACIÓN Y COMPLEJIDAD ECONÓMICA

Algunos líderes de ALC parecen considerar que la principal vía para explotar el potencial de las ventajas comparativas de ALC en la producción de energías limpias y renovables sería a través de la especialización y exportación de H2V. No hay duda de que este modelo de negocio puede ser prometedor, pero debe ser parte de una estrategia más amplia y ambiciosa, como vimos anteriormente. Si bien, a primera vista, el enfoque en la exportación del *commodity* verde parece atractivo desde la perspectiva de la especialización basada en ventajas comparativas, la literatura disponible y la evidencia empírica han arrojado resultados que no corroboran esta hipótesis.

Imbs y Wacziarg (2003),⁹³ por ejemplo, presentan resultados robustos sobre una relación no monótona - con una curvatura en forma de U ("U-shape") - entre el grado de concentración sectorial de las economías y sus niveles de ingreso per cápita. Esto significa que las economías que alcanzaron altos niveles de ingreso per cápita pasaron inicialmente por un proceso de diversificación productiva hasta alcanzar un nivel de diversificación sectorial (*threshold*) y que, a partir de ese punto de inflexión, las ganancias en especialización y concentración se vuelven la regla.

Este resultado es robusto no solo para análisis temporales (*time series*), sino también para análisis de sección transversal (*cross section*). Por lo tanto, las ganancias de especialización que surgen de las ventajas comparativas son ciertamente prometedoras, pero no de cualquier etapa de diversificación económica. Hay un punto de inflexión en la curva de concentración (o especialización) que corresponde al punto mínimo de la curva U en el que se empiezan a observar ganancias de especialización derivadas de las ventajas comparativas.

Un segundo aspecto importante a destacar del trabajo de Imbs y Wacziarg (2003) es que ningún país de ALC

había alcanzado los niveles promedio de ingreso per cápita en los que las curvas de concentración y especialización productiva encontraban sus puntos de inflexión. De hecho, hasta ahora, tampoco lo han conseguido. Por lo tanto, vale la pena reevaluar si la especialización productiva en energías renovables con el fin de exportar H2V y amoníaco verde es realmente la mejor manera para que los países de ALC exploten esta ventana de oportunidad.

Es razonable considerar que las ventajas comparativas de ALC en la producción de energías limpias y renovables quizás deban ser utilizadas en un esfuerzo integral para promover la diversificación productiva, la complejidad económica y las economías de aglomeración. Sin embargo, esto no implica que la exportación de H2V no deba ser también parte de la estrategia de diversificación económica e integración con diferentes cadenas globales de valor, como propone la Estrategia de Tres Vías.

Comencemos con el tema de la diversificación productiva. Según Rodrik (2004),⁹⁴ la diversificación de las estructuras productivas requiere el "descubrimiento" de la estructura de costos de una economía. El hecho es que los gobiernos y los agentes económicos privados suelen confundir situaciones de negocios con riesgos elevados con situaciones de negocios con riesgos desconocidos. Es común que los agentes privados no inviertan en ciertos proyectos simplemente porque desconocen los riesgos y no porque esos riesgos sean necesariamente altos. Recordemos que el conocimiento de la estructura de riesgos es el primer paso para mitigarlos, especialmente en el caso de riesgos mayores.

La idea de "descubrimiento" propuesta por Rodrik (2004) tiene cierto paralelismo con nuestras elecciones vocacionales y profesionales. Cuando el autor plantea

⁹³ Imbs, Jean e Wacziarg Romain (2003). "Stages of Diversification". *American Economic Review*, 93 (1): 63-86.

⁹⁴ Rodrik, Dani (2004). "Industrial Policy for the Twenty-First Century". CEPR Discussion Papers 4767, C.E.P.R. Discussion Papers.

⁹⁵ Hausmann, Ricardo e Rodrik, Dani (2003). "Economic Development as Self-Discovery". *Journal of Development Economics*, vol. 72, December 2003.



que “los precios de mercado no pueden revelar la rentabilidad de asignaciones de recursos que aún no existen”, podemos establecer un paralelismo con el hecho de que tampoco somos capaces de evaluar nuestra vocación por un área de conocimiento en la que no han sido expuestos en lo más mínimo. La expresión “mínimamente expuestos” es importante, pues sugiere que no es necesario que pasemos cientos de horas de formación especializada en diferentes áreas del conocimiento para tener pistas sobre nuestras vocaciones. Por lo general, recurrimos a técnicas de selección (*screening*), como realizar pruebas vocacionales, participar en conferencias y/o realizar entrevistas con profesionales en el campo.

No hay duda sobre cierto grado de aleatoriedad en estos procesos de “descubrimiento”. Y esto también ocurre en el mundo empresarial. Hausmann y Rodrik (2003),⁹⁵ por ejemplo, proporcionan evidencia de que países con recursos idénticos tienden a especializarse en diferentes sectores. Según los autores, Bangladesh exportaba (en el momento de la investigación) millones de dólares en sombreros, mientras que Pakistán exportaba toneladas de balones de fútbol, pero Bangladesh carecía de una industria de balones deportivos, mientras que Pakistán carecía de una industria de sombreros. Asimismo, Corea del Sur fue una potencia en la producción y exportación de hornos de microondas y no exportó bicicletas, mientras que en Taiwán se encontró el patrón inverso. Como sugieren los autores, sería imposible atribuir tales patrones a la noción de ventaja

A los efectos de este informe, la idea de Powershoring puede servir como una forma de reducir la aleatoriedad de este proceso de “descubrimiento” asociado a la diversificación productiva. Esto significa que algunas actividades productivas tienden a ser atraídas por las ventajas comparativas de Powershoring. Esta situación afecta a actividades cuyo acceso a un sistema seguro de suministro energético limpio, renovable y competitivo constituye un motor fundamental de creación de valor para la actividad. En estos casos, existe claridad sobre los precios, costos y riesgos involucrados, de manera que el resultado operativo neto (NOPAT) de estas inversiones tiende a remunerar íntegramente los costos de capital

(*Equity y Debt*), con el fin de brindar valor económico ($EVA > 0$). Asimismo, Powershoring también puede servir como una forma de reducir la aleatoriedad en este proceso de “descubrimiento” al identificar segmentos que tienden a presentar proyectos que se sabe que son inviables ($EVA < 0$), bajo cualquier condición.

Impulsar los esfuerzos de diversidad económica desde el principio de Powershoring es una tarea menos obvia. Explorar la integración vertical de cadenas con nodos viables conocidos es una respuesta obvia. Sin embargo, en ausencia de información de mercado relevante, establecer qué actividades priorizar (y cómo priorizarlas) es una respuesta menos trivial. Pero la noción de complejidad económica de Hidalgo y Hausmann (2009)⁹⁶ puede ayudar en esta tarea.

Para que podamos entender claramente la noción de complejidad económica, recurrimos a una analogía comúnmente utilizada para este propósito. Supongamos que cada conocimiento técnico productivo adquirido por una economía constituye una letra que, a su vez, puede ser utilizada en la construcción de palabras (World Economic Forum, 2019).⁹⁷ Cuantas más letras (conocimiento técnico productivo) adquiere una economía, mayor es su capacidad para producir palabras (producir diferentes actividades). Sin embargo, algunas letras de vocabulario son capaces de producir más palabras que otras. Por ejemplo, en las lenguas ibéricas, las vocales son fundamentales para la construcción de palabras. En el idioma portugués, no hay palabras sin vocales.

Imaginemos, ahora, que un evento (Powershoring, por ejemplo) proporciona a una determinada economía la obtención de las letras (conocimiento técnico productivo) A y C. Si el objetivo es maximizar la capacidad de construir palabras (diferentes productos y servicios) a partir de las letras disponibles, la búsqueda para obtener una tercera letra no debe ser aleatoria. Está claro que una tercera letra, M o S, por ejemplo, sería mucho más valiosa que una letra X o Y. Por tanto, la noción de complejidad económica también contribuye a la reducción de la aleatoriedad en el proceso de diversificación productiva.

Definir si la búsqueda inmediata de conocimiento técnico productivo M o S es preferible a X o Y es una tarea de Ingeniería. Evaluar si los beneficios, costos y riesgos incurridos en la adquisición de M o S son conocidos (o no) y atractivos es tarea de la Economía. Cuando se sabe que los beneficios superan los costos ($EVA > 0$), la solución de adquisición de conocimiento será determinada trivialmente por los mercados. Las demás situaciones – (i) costos que se sabe superan los beneficios y (ii) costos y beneficios desconocidos – están sujetas a análisis por parte del hacedor de políticas públicas.

En estos casos, el hacedor de políticas públicas debe priorizar la asignación de sus escasos recursos en la búsqueda de soluciones para aquellas situaciones en las que se desconocen precios, costos y riesgos de adquisición. Dichos recursos se asignarían exactamente para hacer frente a las restricciones económicas resultantes de la escasez de información. Este proceso de revelación de información del mercado produce externalidades informativas (Rodrik, 2004), es decir, todos los demás participantes del mercado ahora tienen acceso a información relacionada con parámetros fundamentales (precios, costos, riesgos y escala mínima viable) para evaluar la viabilidad de nuevos proyectos, así como al precio (*Valuation*) de activos existentes.

En estos casos, la intervención de política pública puede requerir la coordinación y movilización de recursos públicos y privados, en forma de capital de riesgo que, en este caso, ejercería la función de generar datos e información de mercado. No es necesario que la movilización de recursos públicos tenga un carácter perenne. La intervención es puntual, es decir, limitada a actividades hasta ahora inexploradas por falta de información. Igualmente, limitadas son las actividades en las que las externalidades de información tienen el potencial de producir efectos indirectos y modelos comerciales replicables y escalables. También debe ser limitado en el tiempo, es decir, tiempo suficiente para producir la información de marketing relevante sobre el nuevo modelo de negocio.

Algunos bancos de desarrollo ya han jugado un papel importante en estas situaciones. En realidad, la producción de energía limpia y renovable, que actualmente constituye un modelo de negocio ampliamente viable y competitivo en ALC, en el pasado (no muy lejano) fue inviable por varias razones, entre



Para os propósitos deste informe, a ideia de Powershoring pode servir como forma de reduzir a aleatoriedade desse processo de “descoberta” associada à diversificação produtiva. Isto significa que algumas atividades produtivas tendem a ser atraídas pelas vantagens comparativas do Powershoring.

ellas, incertidumbres en relación con los niveles de productividad (falta de conocimiento de los niveles reales de insolación e intensidad de los vientos y su intermitencia) y los altos costos de producción derivados de las reducidas escalas de producción. Cuando se reveló información clave del mercado, los modelos de negocio escalaron y CAPEX y OPEX disminuyeron rápidamente, como ya se mencionó.

En aquellos casos en que se sepa que los costos exceden los beneficios, la adquisición sólo será posible mediante un subsidio. Sin embargo, si la intervención -en este caso, el subsidio- exige continuidad (perpetuidad), la incertidumbre sobre su mantenimiento (*subsidy withdrawal risk*) tiende a crecer en el tiempo. Tal situación de creciente incertidumbre puede convertirse en una subinversión por parte de los beneficiarios de la póliza (Nagy, Hagspiel y Kort, 2021),⁹⁸ lo que agregaría un obstáculo más a la sostenibilidad económica de la actividad.

Otro papel importante que debe jugar la política pública es asegurar las externalidades de coordinación (Rodrik, 2004). Para aclarar este punto, tomemos un “ejemplo de libro de texto”. Imagine una situación en la que la viabilidad económica de la actividad económica X esté

⁹⁵ Hausmann, Ricardo e Rodrik, Dani (2003). “Economic Development as Self-Discovery”. *Journal of Development Economics*, vol. 72, December 2003.

⁹⁶ Hidalgo e Hausmann (2009). “The building blocks of economic complexity”. *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences* Vol. 106 (26).

⁹⁷ World Economic Forum (2019). “These are the most complex economies around the globe”. Web Forum. Ver: <https://www.weforum.org/agenda/2019/12/countries-ranked-by-their-economic-complexity>. 2015. Ver: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201ST005603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>

⁹⁸ Nagy, Hagspiel e Kort (2021). “Green capacity investment under subsidy withdrawal risk”. *Energy Economics*, Volume 98.

condicionada a la viabilidad económica de la actividad Y, y viceversa. Adicionalmente, imaginemos que ambas partes están vinculadas en una relación entre comprador y vendedor, en una cadena productiva. Finalmente, considere que ambas actividades requieren altos niveles de inversión (CAPEX) en activos específicos y no recuperables.

Esta situación refleja un problema clásico de *Hold-Up* (Williamson, 1979)⁹⁹. Si existe una negociación entre X e Y sobre las utilidades económicas generadas a lo largo de la cadena productiva, ninguna de las partes tendría incentivos para ser la primera en invertir, ya que esto la pondría en desventaja en el proceso de negociación. Por lo tanto, en ausencia de coordinación, definitivamente no se realizarán inversiones. La coordinación por parte de un tercero (en forma de política pública) permitiría la creación de una cadena productiva que de otro modo no existiría. Aquí, no hay razón para movilizar recursos distintos a los estrictamente necesarios para el ejercicio de la coordinación.

Los problemas de carácter informativo y de coordinación pueden restringir las ganancias potenciales derivadas de las ventajas comparativas en la producción de energías renovables que disfruta ALC. En este sentido, es realmente necesario un conjunto de intervenciones públicas, en forma de política industrial. Sin embargo, parece adecuada la comprensión de autores como Dani Rodrik, para quienes una política industrial debe estar orientada a procesos, y no a resultados, como es el caso de los ejemplos (producir información relevante y coordinar inversiones) mencionados anteriormente.



El formulador de políticas públicas debe priorizar la asignación de sus escasos recursos en la búsqueda de soluciones para aquellas situaciones en las que se desconocen precios, costos y riesgos de adquisición.

⁹⁹ Williamson, O.E. (1979). "Transactions-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations". *Journal of Law and Economics*, 22(2), pp. 233-62.

Adicionalmente, los "diez principios para la formulación de la política industrial", sugeridos por Rodrik (2004), parecen adecuados y son un referente en este sentido. Son ellos:

1. Los incentivos solo deben estar dirigidos hacia nuevas actividades.
2. Debe establecerse claramente, *Ex ante*, un criterio de *benchmarking* para evaluar el éxito o el fracaso de la intervención.
3. La necesidad de cláusulas de expiración (*sunset clause*) bien establecidas, para que los recursos humanos y financieros asignados en la política pública no se vinculen por un período prolongado a proyectos que se sabe que son inviables.
4. El apoyo público debe dirigirse a actividades más que a sectores. Esto incluye, por ejemplo, capacitación *bilingüe*, inversiones en infraestructura, adaptación de tecnologías extranjeras a las condiciones nacionales, capital de riesgo, etc.
5. Las actividades beneficiadas deben tener un claro potencial de efectos indirectos y efectos de demostración.
6. Todos y cada uno de los países tienen algunos focos de competencia y excelencia técnica burocrática. Son estos organismos -que gozan de una excelente reputación- los que deben encargarse de formular y conducir la política industrial.
7. El trabajo de las agencias debe ser monitoreado y evaluado periódicamente.
8. Las agencias deben mantener canales de comunicación permanentes con el sector privado, mientras que el riesgo de captura debe ser mitigado.
9. Los errores y fallas son inevitables y constituyen la naturaleza de estos procesos. Por lo tanto, el objetivo de la política no es la minimización de fallas (aún porque la divulgación de actividades inviables también constituye una externalidad informativa), sino la minimización de sus costos; y
10. Las actividades beneficiadas deben poder renovarse, de modo que el ciclo de descubrimiento sea continuo y la intervención temporal.



Foto: Adobe Stock



¿QUÉ POLÍTICAS PÚBLICAS?



Foto: Adobe Stock

LA continuación, enumeramos puntos que podrían incluirse en una agenda de políticas públicas para fomentar el Powershoring en ALC. La lista no es exhaustiva y pretende ofrecer un menú inicial de medidas. Las medidas propuestas son genéricas y no están dirigidas específicamente a ninguno de los países estudiados en este informe. Las políticas son pertinentes a los gobiernos federal, estatal, municipal y agencias reguladoras, dependiendo de cada país. Lo más importante es que los tres niveles de gobierno y las agencias trabajen en conjunto y busquen sinergias y complementariedades. Cada una de las medidas enumeradas requiere el debido detalle para adaptarse a las diferentes realidades. Las políticas públicas deben articularse y complementarse con las privadas, con la participación activa de los gremios y asociaciones empresariales y otras entidades representativas del sector privado.

En definitiva, el Powershoring se puede catalogar como una política industrial, ya que promueve la transformación de la estructura productiva. Sin embargo, a diferencia de otras políticas industriales implementadas anteriormente en la región, se trata de una política que tiene como ejes centrales las energías limpias y renovables, la inversión extranjera directa, las exportaciones, la tecnología y la innovación, y su avance no necesariamente depende de incentivos fiscales, subsidios, proteccionismo o discriminación. Por el contrario, el eje de la estrategia está en las ventajas comparativas, en los recursos naturales y en las perspectivas del cambio climático. Se trata, por tanto, de una propuesta innovadora de política industrial, en la que el cambio climático y el fortalecimiento de los mercados son sus puntos de partida.

El listado de medidas propuestas debe verse completo, con el fin de impulsar la agenda Powershoring desde diferentes perspectivas de negocio. Es importante destacar que el mayor desafío de política es la coordinación y articulación entre las entidades involucradas, así como entre los sectores público y privado.

Hemos enumerado las medidas iniciales para su consideración.

Listamos medidas iniciais, para consideração.¹⁰⁰

- *One-stop shop* para empresas extranjeras interesadas en Powershoring.
- Estructura regulatoria y contractual que posibilita la financiación de proyectos de energías limpias y renovables y proyectos H2V.
- Políticas para el cumplimiento de la agenda ESG para inversiones en el ámbito de Powershoring.
- Promoción de la disponibilidad de energía verde en las ZPEs.
- Marco fiscal que fomenta la producción y distribución de energía verde.
- Adecuación de la infraestructura portuaria para el movimiento de carga de productos manufacturados e insumos industriales.
- Promoción de la política de ZPEs.
- Fortalecimiento institucional de las ZPEs para albergar más y nuevas plantas industriales.
- Desarrollo de áreas retro industriales y otras infraestructuras de apoyo en los puertos.
- Infraestructura para el pleno funcionamiento de las ZPEs, incluidos caminos, agua, saneamiento, energía, acceso y seguridad.
- Desarrollo urbano cercano a las ZPEs, incluyendo escuelas, viviendas, centros de salud y ocio.
- Servicios aduaneros rápidos y prácticos en zonas portuarias y ZPEs.

¹⁰⁰ La lista a continuación no está organizada en orden de prioridad.



- Normas apropiadas para PPA (power purchase agreement), incluso en dólares, dedicado a ZPE.
- Construcción y gestión de líneas de transmisión y gasoductos, cuando sea necesario.
- Reglas especiales para la importación de equipos para plantas industriales Powershoring.
- Promoción de nuevos acuerdos de inversión y acuerdos comerciales.
- Promoción de convenios de doble imposición con los países más interesados en Powershoring.
- Atracción de proyectos de producción H2V.
- Atracción de inversiones en la producción de equipos de energía eólica, solar y de hidrógeno.
- Promoción de servicios de apoyo industrial especializado, servicios generales para polígonos industriales y servicios profesionales especializados.
- Implicación de universidades y centros de investigación e innovación en la estrategia Powershoring y apoyo a plantas industriales en P&D, cualidad y procesos.
- Creación de centros de investigación e innovación en energías verdes y H2V.
- Servicios públicos de contratación de mano de obra.
- Servicios de formación y formación profesional.
- Promoción del bilingüismo en inglés.
- Atraer nuevas líneas navieras a los puertos involucrados en Powershoring.
- Preidentificación de países, sectores y empresas potencialmente beneficiarias de Powershoring.
- Roadshow de agencias de promoción de exportaciones y atracción de inversiones para “vender” Powershoring.
- Marketing internacional e institucional de Powershoring en ferias, eventos especializados, gremios, revistas especializadas y otros ámbitos.
- Acercamiento a empresas extranjeras que ya están en ALC para convertirse en aliados y/o participantes en Powershoring.
- Evaluar medidas para proteger los intereses comerciales con organismos como la OMC.
- Trabajar con fondos de inversión e inversores potencialmente interesados en Powershoring y que puedan ser aliados de la agenda.
- Promoción de la articulación y coordinación interna entre las instancias gubernamentales.
- Promoción de mercados de carbono regulados y voluntarios para servir los intereses de las empresas involucradas en Powershoring.
- Acercarse a instituciones internacionales potencialmente interesadas en Powershoring, como la UNCTAD.
- Hacer gestiones para que los fondos climáticos internacionales y agencias internacionales de financiamiento apoyen el Powershoring.
- Identificación de empresas privadas nacionales e internacionales potencialmente interesadas en negocios que se beneficien del Powershoring, tales como firmas de abogados, consultoras, fondos de inversión, productoras de equipos de energía eólica, solar y de hidrógeno, empresas de logística, servicios financieros, servicios e insumos, entre otros.
- Disponibilidad de instrumentos financieros de-risking para atraer inversiones, especialmente en proyectos de mayor impacto en las cadenas productivas y en la agregación de valor.
- Garantizar la estabilidad regulatoria.
- Aprobación de leyes tributarias que incentiven la producción industrial para la exportación.
- Estimulación de mecanismos de fast track para licencias y autorizaciones ambientales.
- Incorporación del Powershoring en la planificación energética a largo plazo.
- Capacitación y equipamiento de agencias de promoción de inversiones.
- Disponibilidad de información a inversores, especialmente de sectores y países con mayor interés potencial.
- Promoción de la estandarización y procesos para Powershoring.
- Coordinación y movilización de recursos públicos y privados en forma de capital riesgo y blended finance.
- Generación de datos e información de marketing.

- Intervenciones públicas de política industrial basadas en incentivos y orientadas a procesos y no a resultados.
- Cumplimiento de los principios para la formulación de la política industrial sugeridos por Rodrik (2004).

Es necesario señalar que varios países de ALC ya cuentan, en distinta medida, con *know how* sobre muchas de las instituciones y políticas públicas antes mencionadas.

Además, se han creado algunas iniciativas innovadoras. Un ejemplo reciente es la iniciativa de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) de Chile, que lanzó una solicitud de información dirigida a empresas interesadas en fabricar o ensamblar electrolizadores y componentes asociados en el país para la producción de H2V. Tal iniciativa se apega a la agenda Powershoring, ya que “la convocatoria es parte de una iniciativa nacional para acelerar el desarrollo de un sector verde de hidrógeno y derivados, así como utilizarlo como palanca para estimular el desarrollo industrial y regional” (Bnamericas, 2023a).¹⁰²

Sin embargo, hay mucho trabajo por hacer. Como destaca la Agencia Internacional de Energías Renovables, “tener acceso a abundantes fuentes renovables es un activo” para ALC, pero no lo es todo. Esta es una condición necesaria, pero no suficiente, para desempeñar un papel de liderazgo en la transición energética y construir una industria verde global. “Entran en juego muchos otros factores”, entre ellos la infraestructura, la configuración actual de las matrices energéticas, el costo de capital y el acceso a las tecnologías necesarias (Bnamericas, 2023b)¹⁰³.



Foto: Adobe Stock



Es necesario señalar que varios países de ALC ya cuentan, en distinta medida, con know how sobre muchas de las instituciones y políticas públicas antes mencionadas.

¹⁰⁰ Ver: <https://www.corfo.cl/sites/cpp/rfi-electrolizadores-h2v>

¹⁰² Bnamericas (2023a). “Em meio a iniciativa por hidrogênio verde, Chile emite chamada para eletrolisadores”. Bnamericas. Ver: <https://www.bnamericas.com/pt/noticias/em-meio-a-iniciativa-por-hidrogenio-verde-chile-emite-chamada-de-eletrolizador>

¹⁰³ Bnamericas (2023b). “Estímulo à produção de eletrolisadores no Chile pode trazer benefícios”. Bnamericas. Ver: <https://www.bnamericas.com/pt/noticias/estimulo-a-producao-de-eletrolisadores-no-chile-pode-trazer-beneficios>



¿CÓMO PUEDEN CONTRIBUIR LOS BANCOS MULTILATERALES DE DESARROLLO?

Foto: Adobe Stock

Creemos que los Bancos Multilaterales de Desarrollo (BMD) pueden desempeñar un papel importante en el apoyo al desarrollo de la estrategia Powershoring en ALC. La mayoría de los BMD operan en toda la región, con énfasis en proyectos de infraestructura. La región también cuenta con una amplia red de bancos de desarrollo económico nacionales y regionales, además de agencias de desarrollo local que mantienen una relación histórica de asociación y cooperación técnica con los BMD. Las formas en que los BMD contribuyen a Powershoring son variadas y aquí señalamos cinco posibles vectores de apoyo y participación.

El primero se refiere a la promoción y difusión del conocimiento a través de la producción y publicación de estudios e investigaciones, incluyendo informes técnicos, estudios de factibilidad económica y financiera, con énfasis en la factibilidad de plantas productivas para la cadena productiva de energía limpia y renovable, además de insumos técnicos para el diseño normativo e institucional y la mejora de la agenda Powershoring.

El segundo vector se refiere a la organización de eventos técnicos sobre Powershoring. Entendemos que el éxito de la estrategia Powershoring requerirá de una amplia gama de innovaciones públicas (institucionales) y privadas (productos, procesos, mercado, organizacionales y cadenas de suministro), así como la difusión del conocimiento y *know how* adquirido a lo largo de este proceso y se requiere mucha recapacitación de la mano de obra. No todo el conocimiento técnico o tecnológico puede ser difundido a través de manuales, informes, notas técnicas y artículos, ya que una parte relevante de este tipo de conocimiento es de carácter tácito y se difunde a través de contactos personales, comunidades de práctica y redes formales de conocimiento. Los BMD pueden desempeñar un papel de liderazgo en la formación de dichas comunidades y redes de cooperación.

El tercer vector incluye una estructura de apoyo a la lista de políticas públicas dirigidas al desarrollo de Powershoring. Como se destacó anteriormente, la agenda de Powershoring exige un marco de política pública. Los BMD pueden contribuir con asistencia técnica para la formulación e implementación de algunas de estas políticas, incluido el apoyo a las evaluaciones *Ex ante* y *Ex post*, proporcionando así un cuerpo de evidencia sobre las lecciones aprendidas,



La región también cuenta con una amplia red de bancos de desarrollo económico nacionales y regionales, además de agencias de desarrollo local que mantienen una relación histórica de asociación y cooperación técnica con los BMD.

las mejores prácticas y *benchmarking*, y otros temas críticos, como agendas de capacitación laboral, certificación y contratación.

El cuarto vector incluye el apoyo en la articulación de los actores en la agenda. Aquí, los BMD pueden servir como plataforma, brindando una mayor eficiencia en la construcción de diferentes formas de cooperación entre las partes al brindar mayor transparencia a los procesos, reducir los costos de transacción y los riesgos asociados con la asimetría de la información, además de proporcionar capital de reputación para la agenda Powershoring. También hay que considerar que el Powershoring puede ser una potente plataforma de integración regional, tema de gran interés para los BMD regionales.

Finalmente, el quinto vector está asociado al crédito, a través del apoyo en la estructuración de (i) operaciones de captación de fondos, como emisión de bonos temáticos (green bonds), (ii) gestión de riesgos (garantías, colaterales, instrumentos de hedge y seguros); y (iii) otros instrumentos de financiación para plantas de energía verde e infraestructura necesaria para proyectos bajo Powershoring.



CONSIDERACIONES FINALES

No hay forma de que las regiones desarrolladas y China reduzcan significativamente sus emisiones de CO₂ sin frenar la tasa de crecimiento de sus economías, lo que podría conducir a una transición energética aún más lenta y políticamente más costosa. La necesidad de priorizar el uso de la energía, los compromisos con el Acuerdo de París, la exposición de la producción industrial a cuestiones geopolíticas y el aumento de los costos parecen hacer inequívoco el atractivo de ALC como socio para la seguridad energética y para acelerar la descarbonización, garantizar la seguridad del suministro industrial y reducir la presión de los costos de energía.

¿Los factores que fomentan Powershoring serían transitorios o permanentes? La situación de inseguridad y precios de la energía fósil seguirá siendo complicada durante mucho tiempo, ya sea por motivos geopolíticos, regulatorios o por falta de inversión en infraestructuras específicas. La dependencia de la energía fósil importada debería disminuir con el tiempo con la entrada en servicio de las centrales de energía renovable, pero la ecologización de las matrices energéticas de las grandes economías importadoras aún llevará mucho tiempo. Se espera que las regulaciones e impuestos sobre el carbono avancen en los EE. UU. y Europa, elevando los costos domésticos y afectando la competitividad empresarial. Los temas geopolíticos probablemente permanecerán en la agenda durante mucho tiempo y la inseguridad energética asociada a los fenómenos meteorológicos extremos también seguirá “pasando factura”.¹⁰⁴

Por lo tanto, parece razonable afirmar que esos incentivos para Powershoring están enraizados en factores permanentes o casi permanentes y no transitorios, y que Powershoring sería una estrategia de mitigación de esos “fallos de mercado”. Después de todo, Powershoring reduce costos, aumenta la eficiencia y la seguridad en la

producción, mejora la asignación de recursos, protege la competitividad, acelera la descarbonización en el país de origen y contribuye al *compliance* de la agenda ambiental por parte de las empresas.

ALC está especialmente bien posicionado para ser el destino de las empresas que necesitan Powershoring. Entre los habilitadores inmediatos se encuentran la matriz energética ya verde o muy verde, el aumento de la oferta de proyectos de energías renovables con costos marginales decrecientes, la implementación de proyectos de producción H2V, la baja exposición a tensiones geopolíticas, el endurecimiento cada vez mayor de las regulaciones de conformidad ambiental y ESG e inversiones en puertos y zonas industriales.

Powershoring es una oportunidad única para convertir la ventaja comparativa de la región en energía verde y la distancia de la agenda geopolítica internacional en potentes instrumentos para promover el desarrollo económico y social. Powershoring tendrá efectos importantes en la productividad, competitividad, tecnología, innovación, pobreza y desigualdad de ingresos y contribuirá a la formación y consolidación de cadenas de valor regionales. Powershoring ciertamente será muy útil y beneficioso para la región, pero será aún más útil para las empresas que entiendan las virtudes de esta estrategia.

Los próximos pasos en esta agenda de trabajo incluyen estimaciones del potencial de inversión extranjera directa y exportaciones asociadas con Powershoring, un estudio para países seleccionados de los sectores potencialmente más interesados en Powershoring en ALC utilizando indicadores de intensidad sectorial de uso de energía, compromisos ambientales, entre otros, y casos de estudio de empresas y sectores que ya se están beneficiando de las propuestas de valor de la estrategia en la región.



Powershoring es una oportunidad única para convertir la ventaja comparativa de la región en energía verde y la distancia de la agenda geopolítica internacional en potentes instrumentos para promover el desarrollo económico y social.

¹⁰⁴ Para una discusión detallada sobre cómo la inseguridad energética se ha convertido en uno de los temas más relevantes de los tiempos actuales y de las próximas décadas, consulte J. Bordoff y M.L. O'Sullivan, *The Age of Energy Insecurity*, Foreign Affairs, abril de 2023.

Foto: Adobe Stock



Foto: Adobe Stock

