A decorative graphic on the left side of the page consists of two vertical black bars. Between these bars are two vertical columns of circles. The left column contains eight circles: seven black and one yellow. The right column contains eight circles: seven black and one light blue. The circles are arranged in a staggered pattern, with the top circle of the right column aligned with the second circle of the left column.

Políticas de Desarrollo Productivo Verde para la Argentina

Tomás Bril Mascarenhas
Verónica Gutman
María Belén Dias Lourenco
Lucía Pezzarini
Gabriel Palazzo
María Victoria Anauati

Abril 2021

Desarrollo Productivo

Políticas de Desarrollo Productivo Verde para la Argentina

Tomás Bril Mascarenhas
Verónica Gutman
María Belén Dias Lourenco
Lucía Pezzarini
Gabriel Palazzo
María Victoria Anauati



Índice

Políticas de Desarrollo Productivo Verde para la Argentina

5	Introducción	30	Políticas de Desarrollo Productivo Verde en la Argentina: oportunidades y desafíos
8	Contexto: cambio climático, Acuerdo de París y compromisos de la Argentina	30	Políticas de estímulo implementadas en la Argentina para potenciar las ERNC, la movilidad eléctrica y el hidrógeno verde
11	Políticas de Desarrollo Productivo Verde	30	Energías renovables no convencionales (ERNC)
14	Políticas de Desarrollo Productivo Verde en el mundo: una revisión de experiencias internacionales	34	Movilidad eléctrica
15	Alemania	37	Hidrógeno verde
18	Los Estados Unidos	38	Estudios de caso
20	China	38	IMPSA Wind
22	América Latina: el contraste entre los casos de Brasil y Chile	40	INVAP S.E.
23	Brasil	42	E-Motion22
25	Chile	44	Volt Motors
		45	Hychico
		48	Aportes y comentarios finales
		53	Referencias

Resumen ejecutivo

El documento analiza las oportunidades y los desafíos que se le presentan a la Argentina para elaborar una agenda de Políticas de Desarrollo Productivo Verde (PDPV) que impulse sectores y empresas dinámicas y ambientalmente sostenibles. Se analizan las posibilidades de una transformación productiva que potencie el desarrollo económico y que permita, al mismo tiempo, cumplir con los compromisos climáticos asumidos en el marco de la firma del Acuerdo de París.

En primer lugar, se delinea un marco analítico que aborda los desafíos de la Argentina desde un enfoque de PDPV. A continuación se revisan las experiencias internacionales en materia de impulso de ciertos sectores “verdes” –energías renovables no convencionales (ERNC), movilidad eléctrica e hidrógeno–. La perspectiva comparada muestra que en países como los Estados Unidos, Alemania, China, Brasil y Chile se aplican PDPV con el doble objetivo de contribuir al crecimiento económico y avanzar en la transición hacia economías más bajas en carbono. Las políticas de estímulo en los sectores de ERNC, movilidad eléctrica e hidrógeno han incluido instrumentos tanto por el lado de la oferta (apoyo a la I+D, financiamiento concesional, subsidios, tarifas preferenciales, incentivos fiscales, exigencia de contenido nacional) como de la demanda (subvenciones, reducciones impositivas, requisitos en compras públicas).

El análisis del caso argentino muestra que, si bien se cuenta con marcos normativos sectoriales e instrumentos de estímulo similares a los relevados internacionalmente, existen desafíos tecnológicos, económico-financieros y político-institucionales relacionados fundamentalmente con los altos requerimientos de capital para inversiones en infraestructura en un contexto de grandes dificultades para acceder a financiamiento, resistencias al cambio promovidas por actores establecidos a nivel sectorial, dificultades de coordinación y marcos regulatorios que suelen estar asociados a altos costos y complejidades administrativas. A su vez, el entorno macroeconómico condiciona el despegue de negocios innovadores en un contexto mundial complejo.

Sin embargo, a pesar de estas circunstancias, existen ciertas empresas argentinas como IMPSA Wind, INVAP, E-Motion22, Volt Motors e Hychico, entre otras, que podrían indicar que la Argentina tendría ciertas capacidades productivas dentro de la cadena de valor eólica, nichos innovadores en el sector automotriz que podrían contribuir en la transición hacia la movilidad eléctrica y experiencias pioneras en el incipiente sector del hidrógeno. En la mayoría de los casos analizados se destacan las capacidades innovadoras que las empresas han desarrollado en otros sectores, largas trayectorias exportadoras, existencia previa de departamentos de ingeniería y experiencia en I+D.

El trabajo identifica algunos elementos que debieran estar presentes en una agenda de PDPV para la Argentina, ambiciosa y con visión de largo plazo, incluyendo el potenciamiento de la I+D a nivel de firmas, el impulso a mesas sectoriales de trabajo a nivel de cadenas de valor, la identificación de nichos concretos en los cuales el país tendría potencial competitivo de inserción internacional, la creación de instrumentos financieros específicos, el fortalecimiento de la formación de profesionales en ingeniería, la creación de incentivos a “pioneros exportadores”, el apoyo a marcos de compras públicas centrados en el impulso a la innovación, la evaluación de costos y beneficios de aumentar las exigencias de contenido nacional, programas de capacitación específica y elaboración de una Estrategia para la Transición Energética desde una óptica productiva que incluya metas realistas e indicadores de evaluación de avances y retrocesos.

Introducción

Profundizar la transición hacia las energías renovables no convencionales (ERN¹) y otras tecnologías bajas en carbono no es solo una necesidad ambiental urgente en el marco de los desafíos que impone el cambio climático. En países que se encuentran en la denominada trampa del ingreso medio, como la Argentina, es también una oportunidad para implementar agendas de desarrollo productivo que potencien la estructura económica en un contexto de recuperación pospandemia, movilizándose inversiones en alternativas sostenibles e innovadoras.

La noción de trampa del ingreso medio se refiere a la situación de aquellos países que han logrado dar un primer salto hacia el desarrollo, pero que hoy enfrentan una economía global mucho más abierta, con mercados más competitivos y cadenas globales de valor dominadas por grandes empresas transnacionales. En este nuevo contexto estos países ya no tienen la posibilidad de competir con países exportadores de manufacturas de bajos salarios, pero tampoco pueden hacerlo frente a economías avanzadas altamente innovadoras. La brecha de productividad que deben saldar para pasar de nivel es en la actualidad mucho más pronunciada a la que enfrentaron los países que se desarrollaron con anterioridad. Ahora es necesario dar un salto cualitativo importante tanto en términos de perfil productivo como respecto de la estrategia de inserción internacional, así como apuntalar el sistema nacional de innovación, es decir, las instituciones de ciencia y tecnología –universidades, laboratorios de I+D, centros de investigación, empresas–, el conocimiento resultante y las complejas vinculaciones entre el sistema científico-tecnológico estatal, el sistema educativo y el sistema productivo². El desarrollo de cadenas globales de valor con producción segmentada abre en principio la posibilidad para un país ubicado en la trampa del ingreso medio, como el nuestro, de volverse competitivo en alguno de estos segmentos y así beneficiarse de nuevas oportunidades.

Esta complejidad estructural de la Argentina se ve agravada en la actualidad por los impactos económicos generados por la pandemia de COVID-19. Los datos del PBI medidos por el INDEC indican que en 2020 la actividad económica se contrajo casi un 10%, lo cual tuvo su correlato en la dinámica del mercado laboral –la tasa de desempleo superó el 11% en el último trimestre– y consecuentemente en el aumento de la pobreza, que en el segundo semestre del año afectó al 42% de la población (INDEC).

Al escenario descrito se suma el desafío de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a fin de cumplir con los compromisos climáticos asumidos en el marco de la firma del Acuerdo de París. El país se ha comprometido a no sobrepasar la emisión neta de 359 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) en 2030 y a presentar una Estrategia de Desarrollo de bajas emisiones a largo plazo en la próxima cumbre climática (Conferencia de las Partes - COP) a realizarse en Glasgow, Escocia, a fines de 2021 (MAyDS, 2020).

Cumplir con los compromisos climáticos establecidos requerirá de grandes esfuerzos y de cambios disruptivos, sobre todo en el sector de energía, que es el responsable del 53% de las emisiones de GEI del país. Las emisiones energéticas emanan de la combustión de hidrocarburos y de las fugas de combustibles, que incluyen la quema de combustibles fósiles en el sector transporte (SGAyDS, 2019). La Argentina ha manifestado que concentrará su esfuerzo en impulsar hacia 2030 una transición energética basada en el fomento a la eficiencia energética, las energías renovables, el desarrollo de la cadena productiva del hidrógeno y la promoción de sistemas de transporte sostenible, lo que implica fomentar un mayor uso de la electricidad y de los biocombustibles (MAyDS, 2020).

1 Las ERNC incluyen la energía eólica (tierra-mar), solar (fotovoltaica, termoeléctrica, térmica), geotérmica, energía del mar (corrientes, olas, mareas y oceanotérmicas), pequeñas centrales hidroeléctricas, bioenergía (biocombustibles), biomasa (residuos forestales o agrícolas) y biogás (de residuos urbanos e industriales). En la Argentina, la Ley N° 27191/15 establece el corte para los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos en 50 MW. Véase Rotaèche y Rabinovich (2016) para una discusión en profundidad sobre las ERNC en el país.

2 Véase Doner y Schneider (2016) y Bril Mascarenhas, Freytes, O'Farrell y Palazzo (2020).

Nuestro país tiene la oportunidad de impulsar una recuperación sólida pospandemia basada en un desarrollo bajo en carbono, para lo cual es imprescindible establecer una agenda de política amplia, multidimensional, consensuada y coordinada que incluya estímulos de política de desarrollo productivo.

Nuestro país tiene la oportunidad de impulsar una recuperación sólida pospandemia basada en un desarrollo bajo en carbono, para lo cual es imprescindible establecer una agenda de política amplia, multidimensional, consensuada y coordinada que incluya estímulos de política de desarrollo productivo en el marco de la Agenda 2030 y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)^{3,4}.

El enfoque de lo que en el presente documento se denominan “Políticas de Desarrollo Productivo Verde” (PDPV) –*green industrial policy* en la terminología anglosajona– puede contribuir a los objetivos mencionados. Las PDPV son las políticas de desarrollo productivo que buscan reconfigurar la estructura económica para favorecer actividades dinámicas y cercanas a la frontera global (Stiglitz, Lin y Monga, 2013; Rodrik, 2007; Hausmann, 2015) pero incorporando, al mismo tiempo, el objetivo más amplio de la sostenibilidad ambiental. Así, este enfoque supone una vuelta de página tanto respecto de las discusiones previas acerca del rol de la política industrial en el desarrollo –que rara vez atendía la problemática medioambiental– como sobre los debates en torno del cambio climático, que muchas veces no prestan la atención suficiente a las necesidades de crecimiento económico.

Como en toda agenda de desarrollo, un elemento importante de las PDPV es promover el “autodescubrimiento” (Hausmann y Rodrik, 2003), es decir, identificar un camino propio a través del cual los actores públicos y privados puedan “aprender” cuál es el potencial del país en términos productivos “verdes”. La identificación de este potencial requiere descomponer sectores que suelen pensarse como un todo y revisar los criterios a través de los cuales hoy se asignan recursos y se delimitan marcos regulatorios, con el fin de reencauzar flujos financieros y de inversión pública hacia actividades económicas innovadoras que puedan generar empleos de calidad y posicionar al país en nuevos nichos dentro de las cadenas globales de valor que comienzan a reconfigurarse en un mundo pospandemia.

No es tarea sencilla determinar qué sectores poseen potencial productivo latente, que bajo ciertas condiciones podrían transformarse en competitivos y pujantes. A ello se suma la circunstancia según la cual una vez determinada la potencialidad productiva es necesario saber si el sector público cuenta con las herramientas y con la capacidad para llevar a buen puerto una estrategia de desarrollo sectorial. Sin embargo, también es cierto que es improbable que los sectores verdes, inmersos en fallas de mercado, logren desarrollarse sin la participación y la regulación estatal.

Este trabajo exploratorio inicia una agenda de investigación aplicada que busca responder en qué sectores sería razonable y promisorio apostar en la Argentina y en cuáles de ellos las políticas productivas podrían cumplir un papel relevante. Con este fin, el documento se apoya en el estudio de casos de

³ El concepto de “desarrollo sostenible” fue acuñado por primera vez en el llamado “Informe Brundtland” (*Nuestro futuro común*) elaborado para la Cumbre de Naciones Unidas de 1987 (Brundtland, 1987). Este Informe definió el desarrollo sostenible como “aquél que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras”. Desde entonces, el desarrollo sostenible ha sido concebido como un desarrollo “duradero” en materia tanto económica como social y ambiental.

⁴ Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) pueden consultarse en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>

Introducción

empresas en los tres sectores seleccionados: ERNC, movilidad eléctrica⁵ e hidrógeno⁶. La identificación y el estudio de estas empresas permite comprender algunas de las oportunidades que se abren en estos sectores, así como indagar en las barreras sobre las que el sector público podría trabajar para potenciarlos. La mayoría de dichas empresas lograron desarrollarse en un contexto macroeconómico hostil y con bajo grado de coordinación en la política pública productiva. Es por ello que puede haber lecciones relevantes, aunque no determinantes, para aprender del análisis de casos⁷.

En este marco, el presente documento analiza las oportunidades y los desafíos que se le presentan a la Argentina para delinear una agenda de PDPV que incentive sectores, industrias y empresas dinámicas que permitan, al mismo tiempo, avanzar en los objetivos climáticos. Presentamos los resultados de una investigación llevada a cabo durante 2020 y 2021 centrada en la identificación, el análisis y la aplicación del conocimiento en la frontera internacional sobre *green industrial policy*, la revisión de fuentes primarias y secundarias de información, la sistematización y el análisis de estadísticas descriptivas para caracterizar países y sectores y la realización de un número de entrevistas a informantes clave. Como principal aporte, este trabajo articula sistemáticamente ciertas discusiones hoy presentes en la Argentina de manera dispersa, con el fin de contribuir al diseño de políticas que apuntalen en forma simultánea las agendas socioeconómica, productiva y climática.

Las PDPV son las políticas de desarrollo productivo que buscan reconfigurar la estructura económica para favorecer actividades dinámicas y cercanas a la frontera global pero incorporando, al mismo tiempo, el objetivo más amplio de la sostenibilidad ambiental.

La fragmentación actual del debate en nuestro país puede comenzar a remediarse mediante tres desplazamientos que este documento se propone iniciar. En primer lugar, se realiza un esfuerzo analítico que busca identificar las intersecciones posibles entre las políticas que persiguen el objetivo “clásico” del desarrollo económico y las “nuevas” agendas de políticas tendientes al crecimiento económico verde, a fin de ofrecer mayor solidez a discusiones que ya han alcanzado sofisticación en países del Norte Global. Se adopta en segundo término una perspectiva comparada que ubica a la Argentina en el contexto regional y mundial y que evita pensar estas agendas en el vacío; de este modo, inspira nuevas reflexiones locales sobre posibles instrumentos de política. Finalmente, se ofrece una aproximación sectorial y se identifican casos que indagan sobre el potencial del país en ciertos eslabones dentro de determinadas cadenas de valor, lo que permite aportar algunos lineamientos para profundizar, en futuras investigaciones y acciones, la exploración de nichos concretos con el objeto de establecer una agenda de PDPV para la Argentina.

⁵ La noción de “movilidad eléctrica” se refiere a la incorporación de vehículos que poseen motores eléctricos (EV, por sus siglas en inglés). Existen diferentes tipos de EV: en primer lugar, están los EV híbridos que tienen tanto motor eléctrico como motor de combustión interna, los cuales se pueden enchufar (PHEV, por sus siglas en inglés) o no (HEV, por sus siglas en inglés). Se encuentran en segundo término los EV de batería (BEV, por sus siglas en inglés), que utilizan únicamente un motor eléctrico y se alimentan en su totalidad con la electricidad de la unidad de almacenamiento de energía. Por último, debemos mencionar los EV de celda de combustible, también impulsados por un motor eléctrico y que pueden funcionar directa o indirectamente con hidrógeno, metanol, etanol o gasolina (Pérez Jaramillo, Gutiérrez y Mix, 2019; Ding, Prasad y Lie, 2017).

⁶ El hidrógeno se define como un vector energético, es decir, un portador de energía. Puede obtenerse a partir de fuentes de energía primaria no renovables o renovables. Según el tipo de fuente, se lo clasifica como “gris”, “azul” o “verde”. En el hidrógeno gris la fuente de energía primaria es el carbón, el petróleo o el gas. El hidrógeno azul también se adquiere a partir de hidrocarburos pero con procesos de captura y almacenamiento de carbono (CCS, por sus siglas en inglés). El hidrógeno verde es producido a partir de energías renovables. El hidrógeno tiene aplicaciones variadas, que incluyen el transporte –mediante celdas de combustible–, la generación de electricidad y la industria. Las celdas de combustible son el dispositivo que permite transformar la energía química del hidrógeno en electricidad. La ausencia de emisiones de CO₂ durante la oxidación del hidrógeno, junto al hecho de que este se obtenga de fuentes renovables, convierten al elemento en una alternativa limpia (Laborde et al., 2010). A nivel global, en la actualidad solo el 2% de la producción total de hidrógeno es verde (US DOE, 2020).

⁷ Esta estrategia cualitativa es complementaria de otra de índole cuantitativa que se publicará en un próximo Documento de trabajo de Fundar. En dicho documento se aplica a un caso particular –la Argentina– la metodología propuesta por Mealy y Teytelboym (2020). Asimismo, se utilizan los conceptos de espacio-producto y complejidad económica elaborados por Hidalgo, Klínger, Barabási y Hausmann (2007) e Hidalgo y Hausmann (2009) para evaluar las capacidades productivas actuales y potenciales en la fabricación de productos verdes transables en distintos países.

Contexto



¿Qué indica la experiencia internacional en materia de PDPV, tanto en países avanzados como emergentes? ¿Cuáles son las oportunidades y los desafíos que es posible identificar en la Argentina contemporánea para el diseño y la implementación de una agenda coordinada de PDPV, y en qué sectores prioritarios? ¿En qué medida y en qué sentido específico el país podría apoyarse sobre el potencial del aparato productivo existente, los sectores con posibilidad de dar un salto cuali y cuantitativo y los nichos de capacidad estatal dentro de y asociados al sistema científico y tecnológico local? ¿De qué manera podría replicarse la experiencia de ciertas empresas argentinas en sectores verdes que tendrían potencial para dar un salto en su nivel de desarrollo? Estas son algunas de las preguntas que intentamos responder en el presente estudio.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se describe brevemente el contexto climático global y los compromisos asumidos por la Argentina en el marco del Acuerdo de París. La Sección 3 presenta el marco conceptual de las PDPV. Una revisión de experiencias internacionales recientes en materia de implementación de PDPV en Alemania, los Estados Unidos, China y países de América Latina, enfocando en particular los casos de Brasil y Chile, le corresponde a la Sección 4. La Sección 5 analiza las oportunidades y los desafíos de las PDPV en la Argentina en relación con la discusión sobre los tres sectores mencionados con potencial productivo, y que a la vez resultan clave para avanzar hacia una economía más baja en carbono: ERNC, movilidad eléctrica e hidrógeno. Para ello, se presentan breves estudios de casos con ejemplos de empresas que ilustrarían el posible potencial del país en esta agenda, algunos de los cuales podrían eventualmente escalar y replicarse. Por último, la Sección 6 acerca algunas reflexiones finales, así como recomendaciones de política y líneas futuras de trabajo que permitirían profundizar el conocimiento sobre los sectores analizados a fin de poder informar con mayor precisión a decisores y decisoras del sector público.

Contexto: cambio climático, Acuerdo de París y compromisos de la Argentina

El Acuerdo de París se adoptó en diciembre de 2015 en ocasión de la 21ª Conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) planteando tres objetivos fundamentales: i) mantener el aumento de la temperatura global “bien por debajo” de los 2 °C respecto de los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos tendientes a limitar este aumento a 1,5 °C; ii) reforzar las capacidades de adaptación a los impactos climáticos que no podrán ser evitados; y iii) aumentar los flujos financieros a niveles compatibles con las necesidades que resultan de la adopción de trayectorias de desarrollo bajas en emisiones y resilientes al clima. El texto también invita a los países a aumentar sus esfuerzos para formular Estrategias de Largo Plazo de bajas emisiones de GEI (LTS, por sus siglas en inglés)⁸.

Este Acuerdo se construye sobre los esfuerzos que cada país está dispuesto a comprometer en función de sus capacidades, posibilidades y circunstancias nacionales. Los países deben elaborar y comunicar Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) en las que expresen el esfuerzo en materia de mitigación –reducción de emisiones de GEI– y adaptación que cada uno está previendo realizar. Dichos esfuerzos deben ser progresivos en el tiempo, pues persiste aún una “brecha de emisiones”, es decir, una diferencia entre las emisiones que serían consistentes

⁸ El texto en español del Acuerdo de París puede consultarse en https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf

Contexto con una meta de 2 °C de aumento de temperatura y las emisiones de GEI que se generarían si se cumpliera con los compromisos comunicados en las NDC presentadas hasta la fecha⁹.

Durante 2020, el avance tal vez más importante en materia de política climática internacional ha sido el número creciente de países que prometió alcanzar la neutralidad de emisiones a mediados de siglo, esto es, que todo el CO² que emiten en un año sea equilibrado con absorciones de CO², por ejemplo, mediante los procesos de fijación de CO² que realizan los bosques. Ciento veintiséis países –que representan el 51% de las emisiones mundiales de GEI– han anunciado o bien están considerando metas de neutralidad de emisiones. Esta proporción podría aumentar al 63% de las emisiones mundiales si los Estados Unidos efectivamente adoptan un objetivo de cero emisiones netas para 2050, tal como sugiere el Plan Climático Biden-Harris¹⁰. Sin embargo, para que estos compromisos sean creíbles y factibles, deben traducirse de manera urgente en políticas y acciones sólidas a corto plazo y reflejarse en las NDC de cada país (UNEP, 2020).

En la práctica, el mundo ha comenzado una transición energética. El uso global de carbón alcanzó su pico en 2013 y parece poco probable que vuelva a superar aquellos niveles; las ERNC –sobre todo, la eólica y la solar– han logrado ser competitivas en costos con los combustibles fósiles para la generación de electricidad en muchos países y la electrificación del transporte va en ascenso. Algunos estudios recientes argumentan incluso que las emisiones de GEI provenientes de la quema de combustibles fósiles podrían haber alcanzado su pico en 2019, pues la transición energética en marcha sumada al impacto sobre el crecimiento económico global provocado por la pandemia de COVID-19 en 2020 podría derivar en un mundo donde las emisiones de GEI comenzaran a declinar antes de volver a alcanzar los niveles de emisiones de 2019, lo que implicaría que a partir de 2030 los niveles de emisiones podrían amesetarse (IEA, 2020a). Sin embargo, todo depende de las decisiones que asuman los gobiernos respecto de cómo impulsar la recuperación pospandemia. En este sentido, se abre una oportunidad histórica para diseñar e implementar planes de recuperación económica que estén en línea con una trayectoria de 2 °C de aumento de temperatura. Las medidas que deberían priorizarse para ello incluyen, entre otras, el apoyo directo a las tecnologías e infraestructuras bajas en emisiones, la reducción de los subsidios a los combustibles fósiles y el impulso a las soluciones basadas en la naturaleza, sin olvidar la restauración de paisajes a gran escala y la reforestación (UNEP, 2020).

El mundo ha comenzado una transición energética. El uso global de carbón alcanzó su pico en 2013 y parece poco probable que vuelva a superar aquellos niveles; las energías renovables no convencionales han logrado ser competitivas en costos con los combustibles fósiles para la generación de electricidad en muchos países y la electrificación del transporte va en ascenso.

La Argentina presentó su Primera NDC en 2015, que fue revisada en 2016, en cuya ocasión se estableció una meta absoluta de reducción de emisiones de GEI: nuestro país se comprometía incondicionalmente a no exceder la emisión neta de 483 MtCO²e en 2030 (República Argentina, 2016). En 2020 el país presentó su Segunda NDC con una meta 26% más ambiciosa, comprometiéndose a no sobrepasar la emisión neta de 359 MtCO²e en 2030 (MAyDS, 2020). La reducción de emisiones de GEI en el sector energético es clave para poder cumplir con el objetivo, pues este explica el 53% de las emisiones nacionales de GEI. Por su parte, el sector Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros

⁹ Las NDC presentadas al momento por todos los países son insuficientes, pues, aun en el caso de que aquellas previstas se implementaran en su totalidad, las emisiones globales de GEI estimadas para 2030 dejarían al mundo en el camino de un aumento del 3,2 °C en este siglo. Los niveles de ambición deben triplicarse para alcanzar una trayectoria de 2 °C y al menos quintuplicarse para limitar el calentamiento global a 1,5 °C (UNEP, 2020).

¹⁰ <https://joebiden.com/clean-energy/>

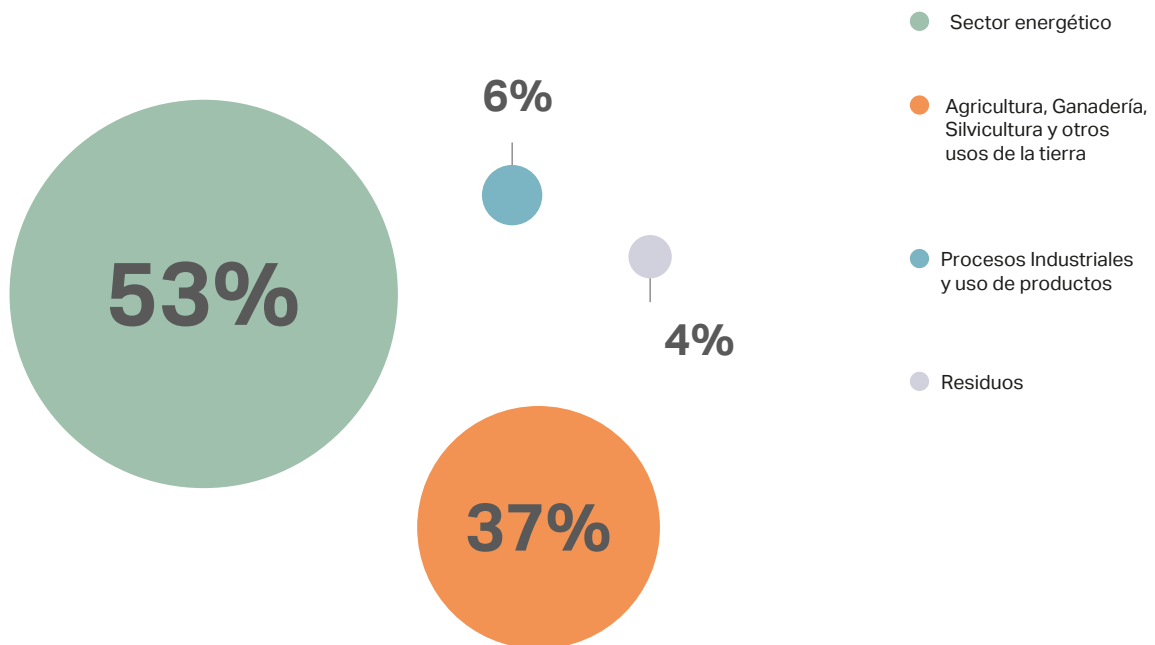
Contexto

Usos de la Tierra –que incluye las emisiones por deforestación de bosques nativos– explica el 37% de las emisiones nacionales. Finalmente, el sector Procesos Industriales y Uso de Productos explica el 6% y el sector Residuos, el 4% restante. En cuanto a las categorías individuales, las “industrias de la energía” –quema de combustibles para la generación de electricidad, refinación de petróleo y fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas, incluidas minas y yacimientos– y la “fermentación entérica de bovinos de carne” son las que mayor porcentaje explican de las emisiones totales nacionales (12% cada una), seguidas por la categoría “transporte terrestre por carretera”, que explica el 10% del total (SGAyDS, 2019).

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Argentina

Participación (%) de cada sector en el total de emisiones

Gráfico 1



Fuente: Elaboración propia en base a SGAyDS.

Para operacionalizar el cumplimiento de la meta argentina de emisiones se han elaborado Planes de Acción que contienen medidas de mitigación específicas para los sectores Energía, Transporte, Industria, Infraestructura, Agricultura y Bosques¹¹.

El Plan Nacional de Energía y Cambio Climático incluye en su revisión de 2019 medidas referidas tanto a la oferta energética –generación eléctrica a partir de fuentes renovables, generación nuclear, generación hidroeléctrica, sustitución de combustibles líquidos por gas natural, mejora en la eficiencia de centrales térmicas y generación distribuida– como a la demanda –medidas de eficiencia energética–.

Por su parte, el Plan Nacional de Transporte y Cambio Climático prevé medidas en función de tres ejes: i) Eje de Transporte urbano de pasajeros (Desarrollo de una Red de Expresos Regionales,

¹¹ <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/planes-de-accion>

Construcción de pasos a desnivel, Etiquetado de eficiencia energética en vehículos, Promoción de vehículos livianos con tecnologías de bajas emisiones –eléctricos e híbridos–, Promoción de buses con energías alternativas, Renovación de la flota de colectivos (Euro III a Euro V) e Implementación de Metrobuses; ii) Eje de Transporte interurbano de pasajeros (Mejoras en la aeronavegación y Restablecimiento de los servicios de pasajeros interurbanos); y iii) Eje de Transporte de cargas (Derivación de carga del camión al ferrocarril, Programa Transporte Inteligente, Capacitación de choferes, Renovación de la flota con chatarrización de camiones, Plan Vial Nacional a 2025 y Velocidad máxima limitada para camiones).

En este contexto, el Ministerio de Desarrollo Productivo ha establecido como uno de los ejes centrales de sus políticas el de impulsar un Nuevo Acuerdo Verde (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2020), que incluye una serie de iniciativas como la promoción de la eficiencia energética en hogares, la movilidad sustentable, el desarrollo de proveedores nacionales en la cadena eólica y el desarrollo de tecnología solar térmica, entre otras.

La implementación de estas medidas sectoriales plantea grandes desafíos en materia de movilización de inversiones, acceso a financiamiento, reformas de política y de marcos regulatorios y diseño de incentivos para inducir cambios de comportamiento. La gran oportunidad que se le presenta al país en este contexto es identificar qué segmentos dentro de las respectivas cadenas de valor que se verán movilizadas tienen la capacidad para desarrollar nichos productivos domésticos y generar empleo local.

Antes de profundizar en el análisis, se presenta en la siguiente sección el marco conceptual que describe los elementos básicos del abordaje analítico (y práctico) que se adopta en este trabajo: las Políticas de Desarrollo Productivo Verde (PDPV).

Políticas de Desarrollo Productivo Verde

El desarrollo económico puede definirse como el resultado de un cambio estructural a través del cual una economía se desplaza desde actividades tradicionales de baja productividad hacia otras de mayor dinamismo que involucran la producción de nuevos bienes y servicios, así como nuevas formas de producir bienes y servicios tradicionales. Este proceso es intensivo en políticas, lo que significa que no ocurre de forma espontánea. Las condiciones bajo las cuales el libre mercado asegura la mejor asignación de recursos para promover el desarrollo son más una excepción que una normalidad (Hausmann, 2015; Hausmann y Rodrik, 2003; Cherif y Hasanov, 2019; Mazzucato, 2016; Rodrik, 2005, 2007; Stiglitz et al., 2013)¹².

La visión que adjudicaba la capacidad de iniciar una transformación económica a una amplia desregulación y a la exclusiva introducción de mecanismos de mercado ha ido perdiendo fuerza a nivel mundial tanto entre decisores y decisoras de política pública como dentro de la academia. En años recientes ha emergido un consenso creciente respecto de la necesidad de implementar políticas de desarrollo productivo para promover estas transformaciones estructurales. Numerosos organismos multilaterales y gobiernos de diferente anclaje dentro del espectro político en países de altos ingresos¹³ proponen cada vez con más fuerza la idea de impulsar políticas públicas activas para

¹² Para una discusión en profundidad sobre estos conceptos puede consultarse el Documento de trabajo N° 1 de Fundar: Qué es el desarrollo y cómo pensarlo. <https://www.fund.ar/publicaciones/>

¹³ Véase Meckling y Allan (2020), Crespi, Fernández-Arias y Stein (2014) y Cherif y Hasanov (2019) para una discusión detallada sobre estas cuestiones. En países como los Estados Unidos, Alemania y Francia las políticas de desarrollo productivo reciben el apoyo tanto de partidos de izquierda como de derecha (Aiginger y Rodrik, 2020).

alcanzar objetivos sociales y ambientales cada vez más urgentes¹⁴.

La necesidad de políticas productivas en general surge como respuesta a la existencia de fallas de mercado por las cuales los costos y los beneficios sociales no son correctamente internalizados por las firmas o los agentes que desarrollan la actividad o consumen su producción. Estas fallas comprenden externalidades positivas o negativas, fallas de coordinación, información asimétrica así como la existencia de bienes públicos, entre otras¹⁵. Bajo este marco conceptual, siempre que exista la posibilidad y la capacidad de los gobiernos de solucionar una falla, las políticas productivas necesarias serían bienvenidas¹⁶. Es frecuente observar la presencia simultánea de varias fallas de mercado dentro de un mismo sector o actividad. Esta circunstancia, conocida como “fallas sistémicas”, es particularmente relevante en materia de innovación, difusión del conocimiento y cambio de paradigma tecnológico. En estos casos, la identificación de una falla concreta es poco significativa en términos prácticos para justificar una PDP y cobra mayor importancia evaluar el costo-beneficio de una intervención temprana. Sin embargo, dada la propia naturaleza de la innovación, el éxito de la política está sujeto a un grado de incertidumbre significativo. En este sentido, por ejemplo, el cambio de paradigma hacia una producción más verde está inmerso en múltiples fallas de mercado y resultaría improbable que una intervención para la atención de una única falla de mercado torne rentable la inversión por parte del sector privado. Los sectores público y privado deberían en este punto ser idealmente socios para impulsar el cambio tecnológico necesario y superar las fallas de coordinación¹⁷.

En este contexto ha surgido, sobre todo en los países del Norte Global, el concepto de *Green Industrial Policy*, lo que en el presente documento se denomina Políticas de Desarrollo Productivo Verde (PDPV). Se trata de un cambio de paradigma conceptual, con impactos analíticos y prácticos significativos y observables en las redes globales de conocimiento aplicado sobre políticas públicas. Mientras en la década de 1990 los principales organismos internacionales –como el Banco Mundial y la OCDE, entre otros– impulsaban soluciones de mercado, a partir de mediados de la década de 2000 y con especial intensidad luego de las crisis de 2008, cobraron relevancia soluciones que enfatizan la acción estatal para generar crecimiento verde. Desde el punto de vista conceptual, este giro implicó que las soluciones *win-win* entre las agendas económica, social y ambiental se tornaran aun más posibles de alcanzar¹⁸.

Las PDPV pueden definirse como políticas de desarrollo productivo que buscan modificar la estructura económica de un país al reducir la intensidad de carbono de las actividades productivas e incrementar la eficiencia en el uso de los recursos, de manera de aumentar la productividad y promover ventajas competitivas para la economía en su conjunto.

En resumen, las PDPV pueden definirse como políticas de desarrollo productivo que, destinadas a sectores específicos, buscan modificar la estructura económica de un país al reducir la intensidad de carbono de las actividades productivas e incrementar la eficiencia en el uso de los recursos, de

¹⁴ En el Documento de trabajo N° 3 de Fundar, titulado Políticas de desarrollo productivo: por qué son necesarias para transformar la economía y cómo implementarlas, se discuten estos temas en profundidad (O’Farrell, Palazzo, Bril Mascarenhas, Freytes y Dias Lourenco, 2021).

¹⁵ Sobre estos conceptos y ejemplos que ilustran su aplicación, véase O’Farrell et al. (2021).

¹⁶ Para una discusión detallada véase O’Farrell et al. (2021).

¹⁷ Mazzucato (2015) apunta un matiz original sobre las formas de asociación que deberían explorar los sectores público y privado: sugiere que el Estado debe ser socio tanto en las pérdidas como en las ganancias en los proyectos que financia o apoya con políticas productivas. En este sentido, dada la incertidumbre asociada a la innovación tecnológica es esperable que numerosos proyectos no sean exitosos, pero en el caso de contar con al menos uno exitoso podría re-pagarse el costo de la inversión en otros.

¹⁸ Este párrafo recoge los hallazgos empíricos de Meckling y Allan (2020) acerca de la evolución de las ideas en el debate global de la política pública sobre el problema climático. La llamada “hipótesis de Porter” fue una contribución seminal en este sentido; cuando se formuló, estas ideas estaban lejos de ser el mainstream (Porter, 1991; Porter y Van der Linde, 1995).

manera de aumentar la productividad y promover ventajas competitivas para la economía en su conjunto (Hallegatte y Vogt-Schilb, 2013). Estas políticas intentan abordar fallas de mercado –fallas de coordinación, externalidades ambientales– y de carácter sistémico asociadas, entre otras cosas, a la incertidumbre de las inversiones a largo plazo para el desarrollo y la adopción temprana de nuevas tecnologías verdes. De esta forma, se busca “romper” con las viejas trayectorias de desarrollo e impulsar la innovación en tecnologías limpias. Para ello, se consideran un conjunto de políticas e instrumentos que incluyen, entre otros, subsidios a la I+D en sectores verdes, políticas tarifarias específicas para las energías renovables (por ejemplo, *feed-in tariffs*¹⁹), pautas para las contrataciones y compras públicas, creación de fondos específicos destinados a financiar programas de eficiencia energética, tecnologías de almacenamiento de energía o movilidad sostenible y promoción de estándares, etiquetados y certificaciones verdes así como de instrumentos financieros para proyectos ambientalmente sostenibles –financiamiento concesional, garantías, subsidios directos, entre otros– (Hallegatte y Vogt-Schilb, 2013; Altenburg y Rodrik, 2017²⁰).

En el actual contexto global, la idea de que las PDPV pueden resultar clave para impulsar una recuperación económica pospandemia en línea con los objetivos del Acuerdo de París se ha extendido entre organismos multilaterales, agencias internacionales, universidades y *think tanks*. Las recomendaciones estipuladas en diversas publicaciones de 2020²¹ apuntan, entre otras cuestiones, a delinear políticas de reactivación direccionando los estímulos hacia inversiones de gran escala y la creación de empleo en energías renovables e infraestructura eléctrica; a impulsar paquetes fiscales de fomento para proyectos de infraestructura verde y construcción sustentable –por ejemplo, trenes de alta velocidad, utilización de materiales de bajo impacto ambiental y que reduzcan la demanda energética y de recursos, facilidades para la recuperación de materiales y el reciclado–; a apoyar la innovación en tecnologías bajas en carbono (tales como el hidrógeno verde –no intensivo en combustibles fósiles para su obtención–, baterías, combustibles más limpios para transporte aéreo y marítimo) y su rápida aplicación en sectores intensivos en GEI; a condicionar la ayuda gubernamental a sectores y empresas de acuerdo con sus compromisos climáticos y su progreso –por ejemplo, las empresas deberían adoptar metas de carbono-neutralidad al 2050 para acceder a nuevos beneficios fiscales– y a diversificar las economías muy dependientes de los combustibles fósiles así como la industria energética en general. En numerosos países, estas políticas de reactivación verde reforzarían políticas y estrategias ya en marcha, tal como se describe en la siguiente sección.

¹⁹ Las tarifas *feed-in* son un mecanismo tendiente a incentivar la inversión en tecnologías para la generación en base a fuentes renovables, que incluye primas de precio y contratos a largo plazo. Cabe aclarar que si bien se trata de una política de precios, su objetivo último es incentivar la generación renovable que aún no se encuentre plenamente desarrollada. Es decir, se conciben como un incentivo directo a la oferta.

²⁰ En un influyente trabajo, Acemoglu, Akcigit, Hanley y Kerr (2016) utilizan datos de 1.576 firmas del sector energético de los Estados Unidos durante el período extendido entre 1975-2004 y plantean un modelo cuya finalidad es encontrar la combinación óptima entre impuestos al carbono y subsidios a la investigación en energías limpias que garantice la transición energética y reduzca los costos sobre el bienestar social. Una de las conclusiones a las que arriban es que, a diferencia de la respuesta intuitiva que implica utilizar solo impuestos al carbono –y así atender la externalidad de forma directa–, la combinación óptima de instrumentos incluye, además de estos impuestos, un fuerte uso de los subsidios a la I+D, sobre todo, durante las primeras décadas de la transición energética. Mediante los subsidios a la investigación en energías limpias se reduce de forma temprana la brecha tecnológica entre el sector “limpio” y el “sucio” y, como consecuencia, se achica el diferencial de rentabilidad.

²¹ Por ejemplo, IEA (2020b), IRENA (2020), Turner y Delasalle (2020). Véase Gutman y Chidiak (2020) para una discusión sobre los desafíos de una recuperación “verde” pospandemia en el contexto de la transición energética.



Políticas de Desarrollo Productivo Verde en el mundo: una revisión de experiencias internacionales

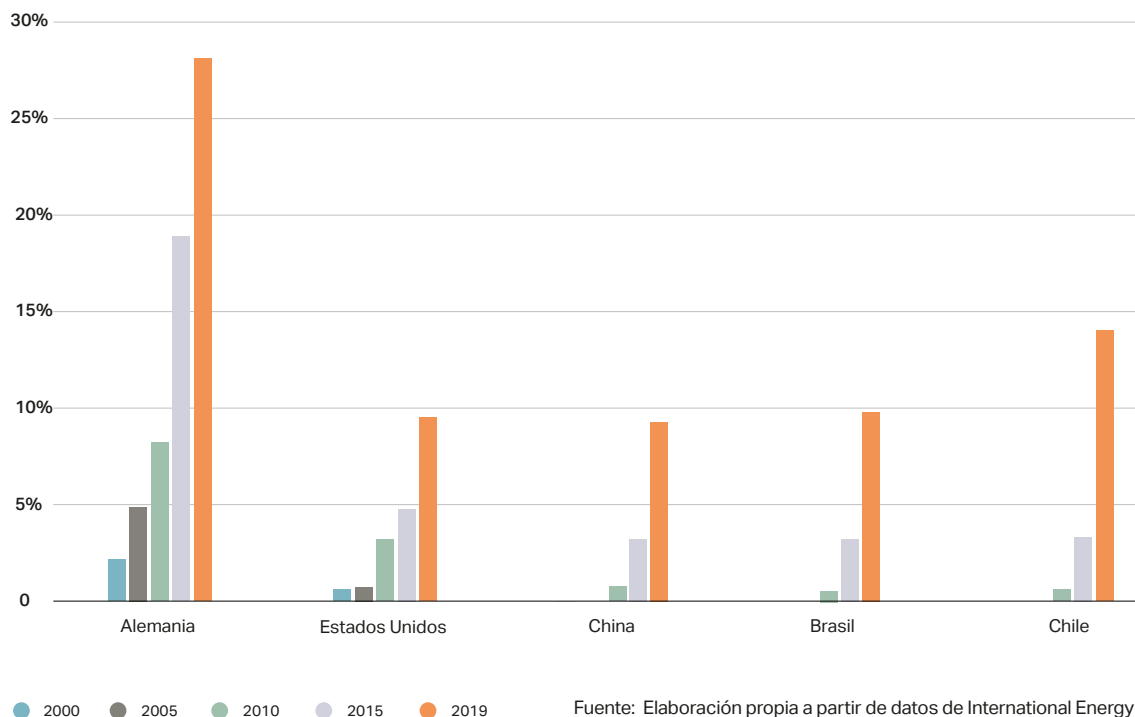
Como se mencionó, uno de los denominadores comunes de la última oleada de políticas industriales a nivel global ha sido el foco en la "producción verde". Con marcadas diferencias en las estrategias aplicadas por los distintos países, el objetivo común de esta agenda ha sido el de impulsar el crecimiento económico y atender en simultáneo los desafíos de la sostenibilidad ambiental.

A continuación se revisan las experiencias de cinco países que se caracterizan por un grado relativamente avanzado de penetración de sectores verdes en sus respectivas estructuras productivas. Por un lado, los Estados Unidos, Alemania y China se destacan por haber desarrollado un vasto tejido industrial en torno de las energías renovables y la movilidad eléctrica, a tal punto de haberse configurado como países de origen de firmas líderes a nivel global y por impulsar en forma activa la agenda del hidrógeno. Por otro lado, a nivel regional Chile y Brasil han presentado en las últimas dos décadas avances significativos en estos mismos sectores, aunque con diferencias en cuanto a las estrategias aplicadas. En el caso de Brasil, promover el desarrollo de una industria local en estos sectores ha sido un objetivo presente de forma temprana que influyó en el diseño de numerosas herramientas de política pública. En cambio, en Chile, la adopción de tecnologías bajas en carbono se llevó a cabo en un principio a partir de la importación. No obstante, más recientemente se han destacado los esfuerzos públicos orientados, entre otras cosas, a incentivar el desarrollo de la industria solar local y a impulsar la producción de hidrógeno verde.

Cabe aclarar que si bien la revisión de experiencias no ha sido exhaustiva, resulta útil para ilustrar los diferentes estadios de avance en materia de desarrollo sectorial en países clave y ayuda a identificar y a estilizar los diferentes tipos de políticas públicas implementadas para impulsar el despegue de sectores verdes promisorios.

Generación de electricidad a partir de energía solar y eólica* Participación (%) en el total

Gráfico 2



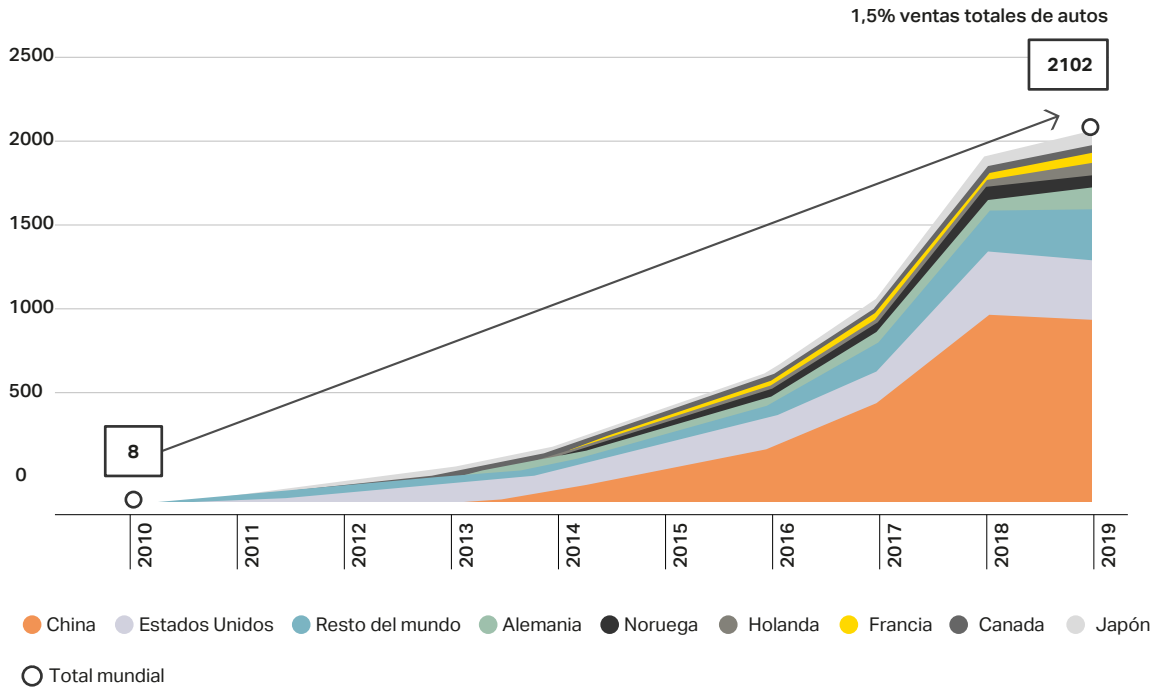
* Generación electricidad fuentes solar y eólica como porcentaje del total de generación de electricidad.

PDPV en el mundo

Ventas de vehículos eléctricos

En miles de unidades

Gráfico 3



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de International Energy Agency.

Alemania

Alemania ha sido uno de los países pioneros a nivel mundial en iniciar la transición hacia las tecnologías bajas en carbono. Los objetivos de la transición energética alemana (*Energiewende*) no han sido solo ambientales sino también sociales y económicos. La estrategia nacional se centró en promover la innovación tecnológica, la competitividad, la agregación de valor y la creación de empleo (UN Environment - DIE, 2017).

Uno de los componentes centrales de la *Energiewende* ha sido la expansión de las ERNC –sobre todo, la eólica y la solar– en la generación de electricidad, con el objetivo de que hacia 2020 el 35% del consumo eléctrico fuera de fuente renovable. Esta meta logró cumplirse incluso antes del plazo fijado: en 2018 las energías renovables explicaron el 38% de la generación de electricidad. Alemania planea en la actualidad alcanzar una participación renovable del 65% en 2030, una meta condicionada a la expansión adecuada de la capacidad de la red. Asimismo, este país se ha fijado el objetivo de eliminar el uso de plantas de generación a carbón en 2038 y de plantas nucleares en 2022 (IEA, 2020c).

Con el objetivo de impulsar el despegue de las ERNC el Estado alemán puso en marcha una serie de PDPV, sobre todo, los esquemas de *feed-in tariffs* con contratos de compra-venta de energía a 20 años; el financiamiento a la I+D para el desarrollo de tecnologías solar y eólica (el Séptimo Programa de Investigación en Energía fijó entre sus áreas prioritarias la integración de las fuentes renovables al sistema interconectado a partir del desarrollo de redes, el almacenamiento de energía y la digitalización de los sistemas, entre otros); créditos concesionales y subsidios operados por el Banco de

Desarrollo alemán KfW (que, por ejemplo, en 2011 puso a disposición 100 mil millones de euros para profundizar el *Energiewende* durante los siguientes 5 años e incentivar, sobre todo, las energías renovables); prioridad de despacho para las ERNC²² e incentivos fiscales –incluyen subsidios, créditos fiscales y exenciones impositivas– (IEA, 2020c; Mazzucato, 2015).

Es probable que dicho despliegue de PDPV esté en cierta medida asociado al desempeño de las empresas alemanas del sector eólico. Firms como, por ejemplo, Enercon, Nordex Acciona y Servion han logrado ubicarse entre los principales 15 proveedores de aerogeneradores a nivel mundial²³ (GWEC, 2019; Aggio et al., 2018). Por su parte, en el sector solar surgieron firmas como Q-Cells, Solon y Solar Millenium –que terminaron en bancarrota– y Bosch y Siemens –cuyo principal expertise no estaba en la industria solar–, las cuales por decisión estratégica se retiraron de este mercado. La emergencia de China como factoría a enorme escala y su feroz competencia ha sido un factor clave para explicar esta dinámica (Lütkenhorst y Pegels, 2014).

El transporte sostenible ha sido otro de los sectores priorizados en la *Energiewende*. Las acciones previstas en este ámbito se orientan a mejorar la eficiencia en el uso del combustible –en línea con los requerimientos de la Unión Europea, como se explica más adelante–, a promover la digitalización así como un mayor uso del transporte público, el ferrocarril y la bicicleta y a impulsar los vehículos eléctricos (EV, por sus siglas en inglés) (IEA, 2020c). Comparados con las ERNC, los EV son una tecnología mucho más joven. Hace apenas 10 años, la flota de EV a nivel mundial era prácticamente inexistente –apenas existían unas 17.000 unidades–, mientras que en 2019 se alcanzaron los 259 mil vehículos solo en Alemania. Este país posee en la actualidad la sexta flota más grande de EV del mundo, aunque se ubica bastante por detrás de China y los Estados Unidos, cuyas flotas la superan en 13 y 5 veces, respectivamente. Sin embargo, el mercado alemán de EV viene experimentando un gran crecimiento: solo en 2019 las ventas crecieron un 60% y dicho mercado se constituyó en el principal a nivel europeo y en el tercero a nivel global (IEA, 2020f).

La importancia de Alemania en el segmento de la movilidad eléctrica no se debe solo al tamaño y al dinamismo de su mercado sino también a que se ha consolidado como uno de los países líderes en términos de producción de EV. Alemania es en la actualidad el principal exportador de vehículos híbridos eléctricos enchufables (PHEV, por sus siglas en inglés) y el segundo mayor exportador de vehículos eléctricos a batería (BEV, por sus siglas en inglés). Dos de las firmas con mayores ventas de EV a nivel global –BMW y Volkswagen– son alemanas (Baruj et al., en prensa).

Las políticas de estímulo a este sector se han orientado tanto a la oferta (incentivos a la I+D aplicada, por ejemplo, al desarrollo de baterías) como a la demanda (subsidios para la compra de vehículos y autobuses eléctricos, exenciones y reducciones impositivas, e incentivos indirectos, como financiamiento público para ampliar la infraestructura de recarga) (IEA, 2020f; Baruj et al., en prensa). Estas iniciativas se enmarcan, a su vez, en el impulso regional dado a la movilidad eléctrica a nivel de la Unión Europea, que tiende a cumplir con el objetivo fijado en el Pacto Verde Europeo²⁴ de reducir en un 90% las emisiones europeas del sector transporte hacia 2050 respecto de los valores de 1990. En diciembre de 2020 la Comisión Europea presentó la “Estrategia de movilidad sostenible e inteligente”²⁵ junto con un Plan de Acción que identifica 82 iniciativas en 10 áreas clave de transporte. Dicha Estrategia se construye sobre la base de una serie de directivas y de normas europeas existentes, como la Directiva sobre vehículos limpios de 2019²⁶, que establece objetivos mínimos de compra de vehículos “limpios” que se deben cumplir en la contratación pública a nivel nacional, y la norma “Euro 7”, la cual prohibiría

22 El término “prioridad de despacho” se refiere a la garantía de que la totalidad de la energía que se produzca será despachada a la red eléctrica y tiene prioridad frente a la electricidad generada en base a hidrocarburos.

23 Cabe destacar también el caso de Siemens, que hasta antes de su fusión en 2017 con la empresa española Gamesa ocupaba el sexto lugar en el ranking de empresas con mayores ventas de aerogeneradores a nivel global. Gamesa se posicionaba en el tercer lugar. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2017_Full-Report_English.pdf

24 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

25 https://ec.europa.eu/transport/themes/mobilitystrategy_en

26 Directiva (UE) 2019/1161 del Parlamento Europeo y del Consejo

la venta de autos a combustión a partir de 2025 (la Comisión Europea está finalizando el programa de consultas de cara a la puesta en marcha de este estándar). Las medidas de la Estrategia incluyen revisiones de las normas de calidad del aire y de las emisiones de CO² para vehículos nuevos, incentivos adicionales a la I+D, financiamiento destinado a la infraestructura pública de recarga, beneficios fiscales para vehículos de cero emisión –es decir, sin motor a combustión– e impulso al transporte ferroviario de pasajeros, entre otros.

Alemania también tiene un rol pionero en el sector del hidrógeno verde, pues es uno de los países a la vanguardia en materia de innovación²⁷. Si bien desde 1975 el país apoya la I+D en celdas de combustible y proyectos de demostración, ha intensificado los esfuerzos para impulsar este sector durante el último tiempo. En 2006 se lanzó el Programa Nacional de Innovación para Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible (NIP), trabajado en conjunto con diversos ministerios, firmas industriales y agencias de investigación mediante fondos provenientes en partes iguales del sector público y del privado. Estos fondos alcanzaron los 1,4 mil millones de euros, de los cuales un tercio se destinó a financiar proyectos de I+D mientras los dos tercios restantes financiaron proyectos de demostración orientados a testear la tecnología y a prepararla para su introducción en el mercado (Bonhoff et al., 2009). Durante esos años Alemania llegó a tener uno de los programas de pilas de combustible e hidrógeno en expansión más activo del mundo (Hosseini y Wahid, 2016). En 2016 el programa fue renovado por otros 10 años (IEA, 2019a; Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2020).

En 2020 Alemania presentó su Estrategia Nacional de Hidrógeno, en la cual se concibe al sector como uno de los que puede ayudar activamente al país a lidiar con las consecuencias económicas de la pandemia de COVID-19. Entre las medidas de estímulo contempladas, se incluye la de otorgar fondos al sector industrial para inversiones en electrolizadores –aparatos a través de los cuales se separa el hidrógeno y el oxígeno a partir de una molécula de agua– y la de financiar tecnologías de pilas de combustible e hidrógeno en el sector transporte –incluidas las subvenciones para la compra de vehículos eléctricos– (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2020). De los 130 mil millones de euros que componen el paquete de estímulo fiscal alemán anunciado en junio de 2020, unos 9 mil millones –alrededor del 7%– han sido destinados a la expansión del hidrógeno verde^{28,29}. Este impulso también se enmarca en los esfuerzos que la Unión Europea está realizando como bloque para impulsar dicho combustible, los cuales han sido plasmados en la Estrategia del Hidrógeno para una Europa Climáticamente Neutra, presentada por la Comisión Europea en julio de 2020³⁰. La Estrategia considera al hidrógeno verde como una prioridad clave para cumplir con los objetivos del Pacto Verde Europeo y expone una visión de cómo este combustible puede ser una solución viable para descarbonizar distintos sectores productivos dentro del bloque. Se establece el objetivo estratégico de instalar al menos 6 GW de electrolizadores de hidrógeno verde y producir hasta un millón de toneladas de aquí a 2024. Ello equivaldría a cerca del 1,4% del total de hidrógeno producido a nivel mundial en la actualidad, estimado en unas 70 millones de toneladas (US DOE, 2020). En una segunda fase, la Unión Europea se propone instalar 40 GW de electrolizadores de aquí a 2030. Entre las medidas de estímulo sugeridas se incluye establecer un marco regulador de un mercado de hidrógeno líquido e incentivos tanto para la oferta como para la demanda y contar con ayuda estatal para reducir la diferencia de costo entre las soluciones convencionales y el hidrógeno verde.

²⁷ Bloomberg: H² Economy Today.

https://sponsored.bloomberg.com/news/sponsors/features/hyundai/explore-the-global-hydrogen-economy-today/?adv=16713&prx_t=aXwFAOV9BA_t_sQA

²⁸ DW. (2020, junio, 10). *Germany and hydrogen — €9 billion to spend as strategy is revealed.*

<https://www.dw.com/en/germany-and-hydrogen-9-billion-to-spend-as-strategy-is-revealed/a-53719746>

²⁹ A su vez, representan el 2,6% de los 346 mil millones de Euros de estímulo fiscal anunciados hasta marzo de 2021. IMF. (2021, abril, 9). Policy Responses to COVID19. <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Policy-Responses-to-COVID-19>

³⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=COM:2020:301:FIN>

Los Estados Unidos

Los Estados Unidos también son uno de los países en donde las ERNC, las tecnologías de movilidad eléctrica y la investigación en hidrógeno han mostrado los mayores avances. En 2019 el 11% del consumo energético total provino de biocombustibles y de energías geotérmica, solar y eólica, lo que implicó triplicar los valores del año 2000, mientras que el 17% de la generación de electricidad provino de fuentes renovables³¹. Según datos de la IEA, el 9,2% de la generación de electricidad provino en 2019 de las fuentes eólica y solar.

Las ERNC ganaron relevancia en el país no solo por su rápida incorporación en la matriz energética norteamericana, sino también gracias al despegue industrial local que experimentaron dichos sectores y que llevó al surgimiento de empresas líderes. Así, por ejemplo, en la industria eólica se destaca el caso de GE Wind, subsidiaria de General Electric, que logró dominar el mercado local de turbinas eólicas apalancada en la experiencia previa de su empresa controlante y los recursos gubernamentales destinados al crecimiento del mercado eólico. En 2016 GE Wind fue la segunda empresa con mayores ventas de molinos de viento a nivel mundial, solo superada por la danesa Vestas (Mazzucato, 2019; Aggio et al., 2018). En el segmento de energía solar se destaca el caso de First Solar, empresa líder en el mercado doméstico en cuanto a ventas de paneles solares de películas finas y una de las mayores productoras a nivel global. El desarrollo de las tecnologías empleadas por ambas empresas –GE Wind y First Solar– contó con el apoyo y el trabajo conjunto de universidades públicas y laboratorios nacionales (Mazzucato, 2015).

A pesar de que la narrativa convencional suele caracterizar a los Estados Unidos como un país donde el Estado realiza pocas intervenciones en los mercados, el sector público tuvo un rol proactivo en el apoyo temprano a los sectores verdes. A nivel nacional se ha apoyado la I+D en diversas áreas –por ejemplo, estudios de evaluación y caracterización de recursos y fortalecimiento de redes que se llevan a cabo a partir del financiamiento directo a universidades y laboratorios nacionales– y se han implementado instrumentos como créditos fiscales a la inversión y a la producción –ITC y PTC, por sus siglas en inglés– para proyectos renovables, financiamiento concesional y esquemas de amortización acelerada para inversiones en ERNC (Nahm, 2017). Sin embargo, en el modelo norteamericano no se observa una estrategia nacional *integral* de política pública destinada a estos sectores, como ocurre en el caso de Alemania, sino más bien una confluencia de estímulos diseñados y aplicados a nivel estadual (Carley y Browne, 2012; Gallagher, 2013). A nivel subnacional uno de los instrumentos más utilizados han sido los programas de Estándares de Portfolios Renovables (RPS, por sus siglas en inglés), los cuales establecen porcentajes o niveles mínimos obligatorios de venta de electricidad en base a fuentes renovables. Algunos esquemas contemplan la emisión de certificados de energías renovables (REC, por sus siglas en inglés) que son comprados por las compañías proveedoras de electricidad para acreditar el cumplimiento de sus obligaciones regulatorias³². De esta forma, a diferencia de los esquemas de *feed-in tariffs* que garantizan la compra de energía renovable en función de cierto precio pre pactado, los programas RPS tienden a fomentar una mayor competencia en precio entre los diferentes generadores y tipos de energías, pues los generadores deben competir en un mercado sin contratos a largo plazo ni precios garantizados³³.

Los Estados Unidos son también uno de los países con mayor difusión de movilidad eléctrica, pues concentran el 20% de la flota mundial de EV y el 9% de las estaciones públicas de recarga (segmento ampliamente liderado por China) (IEA, 2020f). Las ventas de EV durante 2019 alcanzaron en dicho país las 326.000 unidades y se ubicaron por debajo de las de la Unión Europea (con 560.000

31 US Energy Information Administration (EIA) (2020, junio, 22). *Renewable Energy Explained*. US Energy Information Administration (EIA). <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>

32 Los esquemas más exigentes son los de California, Hawaii y Washington, pues establecen que para el año 2045 el 100% de la electricidad debe provenir de fuentes renovables (IEA, 2019b).

33 <https://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx>

unidades) y de las de China (1 millón de unidades). Estas tres regiones en conjunto explicaron el 90% de las ventas globales de EV en 2019 (IEA, 2020d). Se prevé, por un lado, que en 2025 once Estados puedan alcanzar un stock de 3,3 millones de vehículos; por otro lado, diez estados fijaron como objetivo que hacia 2050 la totalidad de las ventas de vehículos de pasajeros sean de emisión cero (IEA, 2020f). Los Estados Unidos son, además, el principal exportador de EV, lo que se explica en gran medida por el surgimiento y el crecimiento de la emblemática Tesla, la empresa con mayores ventas de EV a nivel mundial (Baruj et al., en prensa).

En enero de 2021 se produjo un hito notable: General Motors (GM) anunció que para 2035 habrá dejado de producir autos y camiones propulsados por combustibles fósiles y que se convertiría en una compañía neutral en carbono hacia 2040. Para desarrollar EV, GM invertirá USD 27 mil millones en los próximos cinco años. Como sostiene Freeman (2021), el anuncio de GM es impactante no sólo porque ocurrió en tiempos de precios relativamente bajos del combustible –lo cual torna menos competitivos a los EV–, sino también porque la decisión genera presión sobre algunos competidores globales como Ford y Toyota. Hasta ese momento, ninguna de las grandes compañías de automóviles se había animado a prometer que dejaría de producir vehículos con motores a combustión: “La decisión de GM marca un antes y un después” (dado que hasta 2020 la compañía apoyaba las relaciones regulatorias sobre la eficiencia de los combustibles de la administración Trump). En efecto, “cuando una de las compañías más recalcitrantes e icónicas de [los] Estados Unidos cambia tan marcadamente su tono y abraza la transición hacia la energía limpia, algo grande está ocurriendo”³⁴. La reacción de los competidores a la amenaza de GM tardó muy poco en llegar: tan solo un mes después del anuncio, Ford informó sus intenciones de migrar toda su producción en Europa de vehículos de pasajeros hacia el paradigma eléctrico. Para ello, la compañía invertirá al menos USD 15 mil millones hasta 2025³⁵.

El apoyo estatal al sector de EV ha sido relevante. El plan de recuperación norteamericano para enfrentar la crisis de 2008-2009 –*US American Recovery and Reinvestment Act 2009*– asignó USD 7,5 mil millones para actividades de I+D en energía y proyectos de demostración, lo que contribuyó al desarrollo de tecnologías de baterías de litio. El financiamiento otorgado representó un aumento sustancial respecto de la I+D global en un contexto en el que los EV estaban listos para hacer su irrupción en los mercados pero necesitaban mejores baterías (y en un momento en el que los Estados Unidos producían menos del 2% de las baterías para vehículos híbridos a nivel mundial). La financiación estatal a la I+D contribuyó al surgimiento de nuevos diseños que lograron reducir el costo de las baterías en un 70% y multiplicar casi por 100 las ventas de EV en el país entre 2008 y 2015. Si bien no es posible atribuir la totalidad del despegue de la movilidad eléctrica en los Estados Unidos al Recovery Act de 2009, sin dudas el sector se vio beneficiado por una asignación oportuna de recursos a diferentes eslabones de la cadena de valor, además de a la I+D (IEA, 2020e). A su vez, en 2009 Tesla recibió un préstamo garantizado con financiamiento público por USD 465 millones. Antes del préstamo, la compañía se encontraba en una situación sumamente compleja que significó grandes pérdidas y despidos. Luego del rescate, Tesla comenzó a cotizar en bolsa y cuatro años después –en 2013– el valor de sus acciones se había multiplicado por 11. La empresa logró devolver el préstamo completo nueve años antes de lo estipulado en el contrato (Mazzucato, 2015).

Los Estados Unidos también disponen de otros incentivos destinados a promover el sector de EV, sobre todo, a cargo de los gobiernos subnacionales, que incluyen créditos fiscales, subsidios y exenciones impositivas para la compra de vehículos. El gobierno federal otorga además un crédito fiscal para infraestructura de recarga que cubre el 30% del costo total de la instalación (IEA, 2020f; Baruj et al., en prensa).

³⁴ Freeman (2021, febrero, 2).

³⁵ Krisher y McHugh (2021, febrero, 17). *Ford to Go All Electric in Europe by 2030*. U. S. News.

<https://www.usnews.com/news/business/articles/2021-02-17/ford-to-spend-1b-to-switch-german-factory-to-electric-cars>

En lo que respecta al hidrógeno, en julio de 2020 el Departamento de Energía de los Estados Unidos (US DOE, por sus siglas en inglés) publicó su Estrategia de Hidrógeno, que contiene un plan estratégico para acelerar la investigación, el desarrollo y el despliegue de tecnologías de hidrógeno en el país. Aunque se focaliza en el llamado "hidrógeno gris", es decir, el que se produce en base a combustibles fósiles, la Estrategia considera que este combustible puede jugar un rol clave en la transición energética. En la actualidad, el 99% del hidrógeno producido en ese país es en base a gas natural a través de un proceso conocido como "reformado de gas metano con vapor" (SMR, por sus siglas en inglés)³⁶. Solo el 1% del hidrógeno norteamericano es verde y se produce mediante electrólisis³⁷. Los Estados Unidos producen cada año más de 10 millones de toneladas métricas (MMT, por sus siglas en inglés) de hidrógeno, lo que representa cerca del 14% de la producción mundial (unas 70 MMT) (US DOE, 2020).

Durante los últimos veinte años, el Departamento de Energía de los Estados Unidos junto a la industria ha impulsado el uso directo del hidrógeno para la generación de energía. El apoyo estatal a la I+D ha resultado en el desarrollo de turbinas de combustión de hidrógeno y combustibles derivados que pueden reemplazar el gas natural en turbinas de combustión disponibles a nivel comercial. En la actualidad, los esfuerzos de I+D están focalizados en tecnologías que puedan producir hidrógeno a partir de carbón, plantas de energía capaces de coproducir hidrógeno y electricidad en base a carbón, biomasa y residuos y tecnologías de captura y almacenamiento de carbono en el subsuelo en yacimientos (CCS, por sus siglas en inglés), de modo de transformar el actual hidrógeno "gris" en "azul" –es decir, producido a partir de combustibles fósiles pero con procesos de captura y almacenamiento de CO₂– (US DOE, 2020).

La Estrategia de Hidrógeno de los Estados Unidos prevé para los próximos cinco años mayores inversiones en I+D orientada a: i) el desarrollo de materiales, componentes y sistemas con CCS que puedan aceptar múltiples combustibles (carbón, biomasa y residuos plásticos) para producir hidrógeno "carbono-neutro" a partir de combustibles fósiles; ii) adecuar la actual infraestructura de transporte de gas y petróleo (gasoductos y oleoductos) para el transporte de hidrógeno; iii) almacenar hidrógeno en formaciones geológicas; iv) nuevos usos del hidrógeno como combustible para generar electricidad y participar de procesos manufactureros. La Estrategia también plantea la necesidad de revisar y de poner al día los actuales estándares de seguridad, los requerimientos regulatorios y los incentivos tributarios para apoyar las nuevas tecnologías y los usos del hidrógeno.

China

A pesar de haber llegado décadas más tarde a la carrera tecnológica, China ha hecho una fuerte apuesta al crecimiento verde y en solo unos años logró consolidarse como el país con mayor capacidad de generación eléctrica a partir de fuentes eólicas y solares, y escalar en 2010 desde el puesto cuarto y octavo, respectivamente. Quince años atrás, la presencia de estas dos fuentes era prácticamente nula: menos del 1% de la oferta total de energía y de la generación eléctrica. Desde entonces, China impulsó un crecimiento acelerado y hacia 2018 esas participaciones se ubicaban en 2,5% y 7,5%, respectivamente. Para dimensionar el crecimiento de estas fuentes, es posible afirmar que mientras en 2005 la generación de electricidad en China en base a ERNC era 14 veces menor que en Alemania, en 2018 esa relación pasó a ser de 3 a 1 en favor de China³⁸.

El interés del gobierno chino no se circunscribió solo a la adopción de estas nuevas tecnologías sino que también se fomentó el desarrollo industrial local y en pocos años el país logró convertirse en uno de los líderes a nivel global. China cuenta en la actualidad con 70 fabricantes locales de turbinas

³⁶ A través de este proceso se separa el componente de metano del gas natural en hidrógeno y monóxido de carbono (CO).

³⁷ Proceso a través del cual se separan el hidrógeno y el oxígeno a partir de una molécula de agua.

³⁸ Datos de IEA: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource> e IRENA: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Statistics-Time-Series>

eólicas, ocho de las cuales conforman el top 15 de los principales proveedores a nivel mundial (Goldwind, Envision, Minyang, United Power, Sewind, Windey, CSIC Haizhuang y XEMC) (Hochstetler y Kostka, 2015). Sin embargo, cuando se excluyen del cálculo las ventas en el mercado doméstico chino, ninguna de estas empresas, excepto Goldwind, había logrado instalar suficiente capacidad eólica en los mercados internacionales como para ser incluida entre las diez principales empresas en 2018 (1 de cada 5 turbinas eólicas instaladas en el mundo en ese año fue provista por la danesa Vestas, que concentra el 20% del mercado mundial, seguida por la china Goldwind con el 14% y la española Siemens Gamesa con el 12%) (GWEC, 2019). El crecimiento fue también muy importante en la producción de módulos solares fotovoltaicos. En 2008 China se convirtió en el mayor productor a nivel mundial, pues de una participación en la producción global del 2% en 2003 ascendió al 64% en 2012 (Hochstetler y Kostka, 2015).

China viene aplicando un gran abanico de PDPV tanto del lado de la demanda como de la oferta y tanto a nivel nacional como subnacional. En el 12vo Plan Quinquenal 2011-2015 destinó alrededor del 5% del PBI en múltiples sectores verdes y fijó hacia 2050 el objetivo de ampliar la potencia instalada de potencia eólica a 1.000 GW, equivalente a reemplazar toda la infraestructura de energía eléctrica existente en los Estados Unidos (Mazzucato, 2014).

En particular, el incentivo destinado al sector eólico comenzó hacia mediados de la década de 2000. A partir de 2003 tuvieron lugar una serie de licitaciones en las cuales se les impuso a los oferentes un requisito de contenido nacional en los equipos que implicó primero el 50% y luego el 70%. Esta circunstancia fue el puntapié para que numerosas empresas internacionales se radicaran en China. Los gobiernos locales también proporcionaron incentivos impositivos y subsidios e incluso exigieron que para participar de las licitaciones debían radicar plantas en las respectivas localidades (Hochstetler y Kostka, 2015).

El despegue del sector solar ocurrió años después e inicialmente estuvo orientado al mercado de exportación hacia Europa y América del Norte. Los incentivos incluyeron beneficios impositivos y financieros, subsidios a la I+D y acceso a fondos especiales de desarrollo de energías renovables. Los gobiernos locales también implementaron medidas que incluso precedieron a las nacionales. El incremento de la producción durante esos años fue de tal envergadura que implicó un significativo desbalance entre la oferta y la demanda global y generó una sobrecapacidad a partir del exceso de oferta china. Como consecuencia del cierre de algunos mercados, comenzaron entonces a aplicarse políticas de incentivo a la demanda local –como subsidios al consumo y recortes impositivos– y subastas con contratos a 25 años para brindar previsibilidad a los oferentes. Años más tarde, hacia 2011, se estableció el primer sistema de *feed-in tariff* para este sector (Hochstetler y Kostka, 2015).

En el campo de la movilidad eléctrica China también se ha convertido en un jugador central, motivado, entre otros, por el objetivo de acortar las distancias tecnológicas con los países que tradicionalmente han sido líderes en la industria automotriz (UN Environment - DIE, 2017). El tamaño del mercado interno chino es, por lejos, el mayor a nivel mundial. Casi la mitad del stock de EV (BEV y PHEV) se encuentra en China y constituye más del doble que el stock de los Estados Unidos, país que se ubica en segundo lugar dentro de este ranking. China explica también la mitad de las ventas a nivel mundial y es el mayor productor y comprador de buses eléctricos (IEA, 2020f; Baruj et al., en prensa). Asimismo, este país es una de las principales factorías a nivel global. Luego de Tesla, las tres empresas que le siguen en el ranking de mayores ventas mundiales son chinas –BYD, BAIC y SAIC–. Si se amplía el universo a las veinte principales, aparecen otros siete jugadores más: Geely, Chery, GAC, Great Wall, Dongfeng, Changan y JAC (Baruj et al., en prensa).

Con el objeto de incentivar el despegue del sector, el gobierno nacional implementó una serie de políticas que fueron reforzadas o complementadas por los gobiernos locales. Una de las medidas de envergadura destinada al fomento de la oferta ha sido la exigencia a las automotrices de alcanzar un porcentaje mínimo de autos eléctricos sobre el total producido. En el caso de no cumplir con ese

porcentaje, se obliga a las compañías a reducir la producción de vehículos de combustión interna³⁹. Por el lado de la demanda, además de otorgar incentivos directos como subsidios y exenciones impositivas destinadas a la compra de vehículos, también se dio impulso de forma indirecta a los EV con el propósito de fomentar la ampliación de la infraestructura de carga y de otorgar preferencias para brindar licencias de patentamiento y de circulación en zonas restringidas (Baruj et al., en prensa).

En lo que respecta al hidrógeno, China también es en la actualidad el principal productor a nivel mundial, pues explica casi un tercio del total global (más de 22 MMT anual). Tal como indican las estadísticas mundiales mencionadas más arriba, la mayor parte del hidrógeno chino no se obtiene a partir de fuentes renovables de energía, sino que proviene del carbón ya que resulta más económico. Sin embargo, dado el liderazgo de China en materia de capacidad instalada renovable, la generación de hidrógeno descentralizada junto con la generación renovable descentralizada está ganando interés. Existirían al menos cuatro proyectos de electrólisis de gran escala con jugadores como Guangdong Synergy Hydrogen Power Technology Co, una organización focalizada en movilidad eléctrica. A su vez, varias iniciativas provinciales han destacado la importancia del hidrógeno verde (Brasington, 2019; Yuki, 2020).

En 2015 el hidrógeno fue incluido como tecnología clave para desarrollar dentro del mercado de vehículos eléctricos en la iniciativa *Made in China 2025*, un plan a diez años para modernizar la industria manufacturera china. Un año después se publicó la primera hoja de ruta para la Tecnología de Pila de Combustible de Hidrógeno y meses más tarde los vehículos a hidrógeno y la infraestructura de hidrógeno fueron incorporados a las metas del 14vo Plan Quinquenal para la aplicación masiva de hidrógeno en el sector transporte. China presentó en 2019 una actualización de su estrategia *Made in China 2020*, en la cual el cambio principal reside en eliminar los subsidios a los vehículos eléctricos a batería y redireccionarlos hacia vehículos a hidrógeno e infraestructura de carga y servicios, que han sido identificados como los cuellos de botella para el progreso industrial en este segmento (Brasington, 2019). Luego de los cambios de política a nivel nacional, las autoridades locales también pusieron en marcha planes para impulsar el sector. Más de quince provincias han anunciado subvenciones locales para proporcionar apoyo adicional a los vehículos de pila de combustible de hidrógeno junto con políticas industriales orientadas a promover la cadena de valor de este combustible mediante el lanzamiento de proyectos de demostración, muchos de ellos con financiamiento del gobierno nacional (Yuki, 2020). Sin embargo, los anuncios más notables han sido los llamados *clusters* de hidrógeno: áreas de actividad industrial altamente concentrada, cuyos costos de capital de la infraestructura de hidrógeno pueden ser compartidos entre los participantes. Al menos veinte ciudades han anunciado planes para desarrollar dichos clusters (Brasington, 2019). El gobierno nacional elabora en nuestros días una Estrategia Nacional de Hidrógeno que será publicada próximamente (Yuki, 2020).

América Latina: el contraste entre los casos de Brasil y de Chile

En los países de América Latina también se observan, aunque de forma más modesta, una serie de avances concretos en la misma dirección: una creciente participación de las ERNC⁴⁰ en las matrices energéticas, la adopción de tecnologías de movilidad eléctrica –aunque de forma más incipiente– y el impulso al hidrógeno.

³⁹ Para citar un ejemplo, hacia 2018 el 8% de los autos nuevos debía contar con ingeniería eléctrica y alcanzar el 10% para 2020. Asimismo, existe la posibilidad de que las empresas que excedan el cumplimiento de su cuota puedan vender el excedente a aquellas que no lo hayan logrado, mediante el comercio de certificados (UN-Environment - DIE, 2017).

⁴⁰ Cabe destacar que uno de los rasgos distintivos de la matriz energética de América Latina es la elevada participación de las energías renovables en relación con el promedio mundial como resultado, en gran medida, del potencial de la fuente hidráulica. Las fuentes renovables dan cuenta del 27% frente al 11% del promedio mundial, mientras que si se observa la capacidad de generación de energía eléctrica, la participación de las renovables asciende al 57% del total contra el 26% a nivel mundial. La elevada participación se explica, sobre todo, por la generación de energía hidroeléctrica, que explica más del 75% del total de renovables (BP, 2020).

Motivados, sobre todo, por la intención de garantizar la seguridad energética y reducir la dependencia de los combustibles importados, numerosos gobiernos de América Latina comenzaron a incentivar en gran medida la difusión de las ERNC.

Motivados, sobre todo, por la intención de garantizar la seguridad energética y reducir la dependencia de los combustibles importados, numerosos gobiernos comenzaron a incentivar en gran medida la difusión de las ERNC. La participación de las ERNC en el total del consumo primario de energía en América Latina se triplicó durante la última década, pues escaló de poco más del 3,2% al 8,5% entre 2009 y 2019. Por su parte, la capacidad de generación de electricidad a partir de ERNC se multiplicó más de cinco veces en ese período; las fuentes solar y eólica en conjunto explicaron más del 75% de la nueva potencia instalada (BP, 2020; IRENA, 2016). Sin embargo, el grado de penetración de estas tecnologías es heterogéneo. En países como Brasil, Chile o Uruguay la difusión se viene desarrollando de forma más acelerada.

En lo que respecta a la movilidad eléctrica, México y Brasil se destacan con una flota de 4.700 unidades de EV el primero y 3.000 unidades el segundo (datos de 2019). Sin embargo, lejos se encuentran de China, Europa y los Estados Unidos que, como mencionamos, concentran en conjunto el 90% de los 7,2 millones de EV que componían el stock a nivel mundial en ese mismo año. Una situación similar ocurre respecto de la difusión de estaciones públicas de recarga: México contaba con 2.700 en 2019, Brasil con 912 y Chile con 192 (IEA, 2020f).

La evaluación de las estrategias aplicadas por estos países permite destacar las diferentes formas en que estas nuevas tecnologías están siendo promovidas y adoptadas. En Brasil el desarrollo productivo nacional ha formado parte de los objetivos estratégicos del país de forma temprana, lo que se ha traducido en la implementación de políticas de incentivo al surgimiento de firmas y apoyo a la producción local. En cambio, en Chile la adopción de estas tecnologías se da a partir de la importación, lo que implica relegar el objetivo de impulsar el desarrollo productivo local. No obstante, como se abordará a continuación, en los últimos años es posible observar en Chile un apoyo más deliberado de la política pública para impulsar distintos segmentos de la industria local, en particular en el sector solar y más recientemente en el hidrógeno verde.

Brasil

La necesidad de garantizar la provisión energética y evitar cortes masivos de electricidad fue una de las motivaciones principales para impulsar la incorporación de ERNC en Brasil. El Estado ha buscado reducir la dependencia de las fuentes hidroeléctricas, cuya provisión se vio severamente afectada en distintas oportunidades a causa de las sequías. El objetivo de impulsar el desarrollo industrial nacional, sobre todo en el sector eólico, también ha jugado un rol clave. Brasil ha fijado como meta que para 2024 la participación de la energía eólica en la generación de electricidad alcance el 8% y que hacia 2030 el conjunto de las ENRC ascienda al 23% (IRENA, 2016).

La generación de electricidad a partir de ERNC se multiplicó por tres entre 2010 y 2019. Diez años atrás la incidencia de ambas fuentes era casi nula, mientras que en 2019 escaló al 2,2% del total del consumo primario y al 10% de la generación de electricidad. Más del 70% de esta nueva generación la explican las fuentes eólica y solar (65% y 8%, respectivamente)⁴¹.

Entre las medidas de política pública implementadas para impulsar las ERNC se destaca el Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (Proinfa)⁴² lanzado en 2002. En sus inicios,

⁴¹ El 40% restante lo explica la bioenergía. IEA Data & Statistics: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>

⁴² <https://www.aneel.gov.br/proinfa>

el programa estableció un sistema de *feed-in tariff* con contratos a veinte años para la incorporación de fuentes eólica, biomasa y pequeñas instalaciones hidroeléctricas. Seis años después el Proinfa fue reemplazado por mecanismos de subasta también bajo contratos a largo plazo. En los contratos se incluyó la exigencia de contenido local, lo que incentivó a avanzar en el desarrollo de cadenas de valor domésticas en las distintas tecnologías. Estos requisitos se fijaron en un 50% para el primer año y se incrementaron luego al 60%. Durante el Proinfa, las exigencias de contenido nacional estuvieron incorporadas dentro del Programa. En cambio, dichos requisitos no estaban contemplados en el sistema de subastas. Cuando se mutó hacia este nuevo esquema fue el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social de Brasil (BNDES) la institución que se encargó de aplicar estas exigencias y otorgó financiamiento concesional a quienes las cumplieran (Schaeffer, Soria, Miranda, Lucena y Rathmann, 2016; Irena, 2016; Hochstetler y Kostka, 2015). Otros instrumentos y programas que vale la pena mencionar fueron los esfuerzos para la integración a la red eléctrica de los proyectos de energías renovables de pequeña escala, así como el Programa Luz Para Todos que puso el foco en la energía solar destinada a la electrificación de zonas rurales aisladas (IRENA, 2016). El BNDES ha sido un actor muy relevante en este proceso. Entre 2009 y 2018 proveyó fondos por USD 23.500 millones para proyectos de energías limpias a través de préstamos a largo plazo a tasas subsidiadas, lo que permitió reducir una de las barreras más importantes en la incorporación de estas tecnologías (BloombergNEF, 2019).

Otras de las medidas adoptadas para dar continuidad a la expansión de las energías renovables y cumplir con las metas de participación fijadas han sido el financiamiento a la I+D, enfocando en particular la energía solar –producción de células fotovoltaicas– y eólica –nuevas tecnologías y soluciones para aerogeneradores y sus componentes⁴³–; los incentivos fiscales, las exenciones impositivas y la implementación de sistemas de medición neta, mediante los cuales los consumidores conectados al servicio eléctrico pueden inyectar un excedente eléctrico autogenerado a la red y generar créditos que puedan usarse con posterioridad (Recalde, 2016).

Un aspecto destacable en el sector eólico es el cambio en el entramado industrial: mientras que en 2008 la empresa alemana Wobben Windpower era la única firma presente en Brasil, en 2014 el país ya contaba con cuatro firmas locales fabricantes de turbinas, siete ensambladoras, trece fabricantes de torres y otros trece fabricantes de otros componentes. Sin embargo, en el sector solar el desarrollo industrial ha sido mucho menos promisorio debido a los mayores costos y a los desafíos técnicos de fabricar localmente los componentes necesarios (Hochstetler y Kostka, 2015).

En cuanto a la movilidad eléctrica, como ocurre en el resto de los países de la región, la incorporación es aún muy incipiente. A pesar de poseer la segunda mayor flota de EV después de México, en 2019 la misma alcanzó apenas las 3.000 unidades y fueron incorporadas en su mayoría durante ese año. En cuanto a la infraestructura pública de recarga, su despliegue también está aún en estadios iniciales, pues cuenta con menos de 1.000 estaciones en todo el país. Sin embargo, este número representa más del doble de los puntos de recarga que existían en 2018 (IEA, 2020f). Igual de incipientes y escasos son aún los instrumentos de política pública destinados a traccionar este sector. Entre ellos es posible mencionar el programa Rota 2030 lanzado en 2018, un régimen automotor que busca impulsar la movilidad eléctrica a través de incentivos crediticios para la adquisición de vehículos, aplicado en conjunto con una reducción del Impuesto a los Productos Industrializados (IPI) y de los aranceles a la importación (PNUMA, 2018). A nivel local es posible citar la exención del impuesto anual a la propiedad en Estados como Ceará, Maranhão y Pernambuco, entre otros, y la eximición en San Pablo de las restricciones a la circulación en zonas específicas para estos vehículos (Marchán y Viscidi, 2015). Asimismo, es posible mencionar la financiación a la I+D a través del programa Inova Energía, dentro del cual las líneas vinculadas a la movilidad eléctrica se asocian en particular al desarrollo de tecnologías para motores y sistemas de tracción (*powertrain*), baterías y acumuladores y

43 <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/plano-inova-energia>

producción en escala –a partir de proyectos pioneros en escala piloto o estadio superior de desarrollo–⁴⁴. Sin embargo, estos programas representan una porción muy minoritaria del financiamiento total (Baruj et al., en prensa).

En el segmento de buses eléctricos cabe señalar como ejemplos de avances concretos de desarrollo nacional el lanzamiento de la empresa Eletra –que produce buses híbridos– de su primer BEV en 2013 y a la asociación con la empresa china BYD para ensamblar chasis producidos localmente por las empresas Marco Polo y Volare (Baruj et al., en prensa; CEPAL, 2020).

En lo que respecta al hidrógeno, Brasil viene definiendo un Plan de Acción Gubernamental que espera terminar durante el primer semestre de 2021. Para ello, ha desarrollado una variedad de estudios entre los cuales se destaca el Mapeo Sectorial del Hidrógeno Verde en Brasil, diseñado por la Cámara de Comercio e Industria Brasil-Alemania (AHK) en el marco de la Alianza Energética Germano-Brasileña. El objetivo de este estudio es obtener una lista de los principales actores del país involucrados en la actualidad en la cadena de valor del hidrógeno y dar una visión general sobre las principales tecnologías para la producción de hidrógeno verde, así como identificar los intereses de la industria brasileña en materia de su introducción en la matriz energética (IPHE, 2020). La Asociación Brasileña del Hidrógeno (ABH2) juega un rol importante en el proceso de elaboración de la Estrategia de Hidrógeno de Brasil. Asociada al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación para trabajar en conjunto, ha mantenido reuniones con diversas empresas y agencias gubernamentales con el fin de comprender el escenario nacional (IPHE, 2020).

Por otra parte, en marzo de 2020 Itaipu Binacional, la hidroeléctrica ubicada en el tramo de frontera entre Brasil y Paraguay sobre el río Paraná, inició un nuevo convenio con la Fundación Parque Tecnológico Itaipu con el objetivo de promover la investigación y generar negocios en temas de hidrógeno. El foco principal de las investigaciones está puesto en el desarrollo de métodos de operación y mantenimiento de plantas de producción de hidrógeno por electrólisis de agua alcalina y la generación de energía eléctrica mediante pilas de combustible. Además, se están realizando estudios para desarrollar electrodos y pilas de combustible a partir de materia prima e insumos nacionales así como estudios de combustión de mezclas de biometano e hidrógeno (IPHE, 2020).

A fines de 2020 existían dos proyectos de demostración relacionados con las iniciativas de I+D en curso en Brasil que contaban con el apoyo de un Fondo Federal para proyectos de I+D del sector de energía eléctrica. Uno de ellos incluye una planta piloto de almacenamiento de energía a base de hidrógeno y el otro considera el potencial para el despliegue a gran escala de sistemas de sinergia hidro-solar, en el que se utilizan áreas alrededor de las represas hidroeléctricas para construir plantas solares –e incluso plantas fotovoltaicas flotantes en la superficie de los embalses– y se emplean sistemas de almacenamiento de energía basado en hidrógeno para complementar la transición entre una y otra fuente de energía (IPHE, 2020).

Chile

Chile es el país del Cono Sur con mayores niveles de generación eléctrica a partir de fuente solar y el tercero en eólica, con un crecimiento acelerado que tuvo lugar, sobre todo, durante la última década. La participación de estas fuentes en la generación de electricidad era casi nula en 2010 y alcanzó cerca del 14% en 2019 (IRENA, 2016)⁴⁵. El Comité Consultivo de Energía 2050 estableció que para ese año el 70% de la energía eléctrica deberá ser generada en base a fuentes renovables, enfocando en particular la energía eólica y la solar (Comité Consultivo de Energía 2050, 2015).

⁴⁴ <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/plano-inova-energia>

⁴⁵ IEA - Data & Statistics: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>

Entre las razones que motivaron a las autoridades chilenas a perseguir la expansión de las ERNC sobresale la necesidad de atenuar la fuerte dependencia de las importaciones de combustibles, en particular de gas de la Argentina luego de una crisis energética que se tornó apremiante a inicios de la década de 2010, luego de que los envíos de gas desde Argentina se cortaran y los proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos encontraran gran resistencia por parte de los movimientos ambientalistas. A su vez, la elevada participación de la energía hidroeléctrica en la matriz chilena acarrea problemas de abastecimiento como consecuencia de continuas sequías (Madariaga y Gladina, 2018; IRENA, 2016; Altomonte, 2017).

El Estado chileno introdujo durante 2004 y 2005 una serie de leyes y de cambios regulatorios para propiciar el despegue de las ERNC. Entre los instrumentos de fomento se incluyó la garantía de acceso a las redes de distribución, las licitaciones competitivas que aseguraran un precio de la energía para el generador por un tiempo determinado y exenciones de pago por el uso del sistema de transmisión troncal, entre otros. Con posterioridad, en 2008 se sancionó una Ley de Energías Renovables que estableció cuotas de participación de las ERNC en la matriz del 10% para 2024, que luego fueron actualizadas al 20% para 2025 y que establecen penalidades monetarias por incumplimiento. En 2012 se sancionó una ley de generación distribuida (*net billing*) que permite a los clientes residenciales generar electricidad para consumo propio, inyectar al sistema eléctrico los excedentes no consumidos y recibir un pago por ello (Altomonte, 2017). En paralelo, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) tiene bajo su cargo otra serie de políticas como los subsidios que atraviesan todas las etapas de los proyectos de ERNC, desde la preinversión en instancias exploratorias hasta etapas más avanzadas junto con asesoramiento técnico (Dufey et al., 2010). Existe además financiamiento concesional, líneas de garantías, apoyo a la I+D a través de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), la CORFO y el Ministerio de Energía (Madariaga y Gladina, 2018)⁴⁶ y mecanismos de fomento indirectos como los impuestos a las industrias “sucias” y a la contaminación local.⁴⁷

A diferencia de la estrategia seguida por Brasil, que adoptó de forma temprana exigencias de contenido nacional como una herramienta para incentivar la producción local, en Chile las intenciones de desarrollar localmente algunos eslabones de la cadena de valor, en particular en el sector solar, son mucho más recientes. Es decir que hasta hace poco el fomento a las ERNC estaba centrado en generar cambios en los marcos regulatorios y en introducir incentivos económicos que si bien implicaron una intervención activa en un mercado eléctrico hasta el momento menos regulado, no derivaron en el surgimiento de nichos industriales de relevancia en este sector. Ello no resulta sorprendente a la luz de la trayectoria más general y de largo plazo: durante las últimas tres décadas, en perspectiva comparada regional, la política industrial ha sido muy limitada en Chile⁴⁸.

Recién en 2016 la CORFO creó el Comité Solar y puso a su cargo el diseño de la Estrategia de Desarrollo de la Industria Local Solar 2018-2020. En el diagnóstico inicial se remarcaba tanto la baja participación de las empresas locales en la industria de energía solar como las grandes ventajas naturales del país⁴⁹. Entre los objetivos planteados figuran, por ejemplo, el de aumentar en un 20% el número de empresas que realizan actividades de innovación en el sector solar e incrementar al menos en un 30% el contenido local de los proyectos solares en Chile (Estrategia de Desarrollo de la

46 <http://serc.cl/historia/>

47 En 2017 entraron en vigor dos impuestos a la contaminación local –material particulado, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre– y un impuesto a las emisiones de GEI de fuentes fijas equivalente a USD 5/tCO₂e. Los impuestos a los contaminantes locales tienen la particularidad única en el mundo de que el monto varía según el contaminante y el distrito municipal. El impuesto se calcula sobre la base de una fórmula que apunta a reconocer el costo social del daño generado por cada contaminante en cada comuna y en la población expuesta. Como resultado de ello, el impuesto es mayor en las comunas más pobladas y en aquellas declaradas “saturadas” de contaminantes. De esta manera, se afecta la competitividad y las decisiones de localización dentro del país y se fomenta la radicación de industrias en áreas despobladas (Pizarro y Pinto, 2019; Aiello et al., 2018; Carlino, 2016).

48 Véase Bril Mascarenhas y Madariaga (2019) para un análisis abarcador sobre la “derrota” de la política industrial en Chile desde 1990 al presente y la preponderancia de intervenciones mínimas y sectorialmente neutrales.

49 Chile cuenta con los mayores índices de radiación solar a nivel mundial en el Desierto de Atacama (Estrategia de Desarrollo de la Industria Local Solar 2018-2020, p. 5).

Industria Local Solar 2018-2020). Fue en este marco que surgió Atamos-TEC, un consorcio liderado por la Universidad de Antofagasta y financiado por la CORFO cuyo objetivo consiste en el desarrollo de tecnologías adaptables a las particularidades del Desierto de Atacama.

En el área de la movilidad eléctrica, Chile es señalado por organismos internacionales como el BID en términos de uno de los países más promisorios de Latinoamérica para la incorporación de estas tecnologías (BID, 2019; PNUMA, 2018) debido, sobre todo, a su ambicioso plan de electrificación de vehículos, que establece que para 2050 el 100% del transporte público y el 40% del privado deben ser eléctricos (PNUMA, 2018).

Más allá de las aspiraciones y de que aún se encuentra en una instancia de desarrollo muy prematuro, en lo concreto es posible destacar los avances en materia de infraestructura de recarga, pues durante los últimos dos años ha tenido un crecimiento significativo: las 27 estaciones públicas de 2017 se convirtieron en 192 en 2019. Aunque en términos absolutos su tamaño es aún poco relevante –Chile cuenta en la actualidad con 700 unidades–, en términos de EV la flota chilena se multiplicó por siete entre 2015 y 2019. El segmento de buses eléctricos es el que se encuentra más difundido, pues a mediados de 2020 la ciudad de Santiago de Chile tenía una flota de más de 450 autobuses eléctricos (IEA, 2020f; Baruj et al., en prensa).

Entre las herramientas que promueven la difusión de la movilidad eléctrica, es posible resaltar los beneficios impositivos como la exención del pago del “Impuesto Verde”, un impuesto que abonan los vehículos a combustión nuevos en función del uso de combustible y la emisión de gases. Asimismo, cabe mencionar el financiamiento para la renovación de la flota de taxis a través del Programa de Renovación de Taxis Colectivos, que busca sustituir el parque vigente por vehículos menos contaminantes (Baruj et al., en prensa).

Hasta el momento, la orientación de la política pública chilena en materia de fomento a la movilidad eléctrica ha apuntado, sobre todo, a promover el consumo importado y la instalación de infraestructura de recarga, lo que implica priorizar los objetivos medioambientales por sobre los productivos. Un factor importante para explicar esto podría ser que a diferencia de otros países de la región como la Argentina, Brasil y México, Chile no cuenta con una base industrial automotriz sobre la cual sentar las bases de producción nacional de EV. No obstante, el país tiene posibilidades de inserción dentro de las cadenas de valor globales debido a sus enormes reservas de litio –insumo clave para la fabricación de baterías–, y a sus dotaciones de cobre, una de las materias primas utilizadas en la fabricación de autopartes (PNUMA, 2018; CEPAL, 2020). Sin embargo, en lo que respecta a la industrialización del litio –la arista por la cual el país podría conectar la agenda de la movilidad eléctrica con la productiva– los avances son aún muy prematuros. Tras una convocatoria fallida en 2017, recién en 2020 se adjudicó a la empresa chilena Nanotech un proyecto para desarrollar nanopartículas de litio destinadas a la fabricación de baterías de carga rápida y bajo costo aplicables a dispositivos electrónicos (Baruj et al., en prensa).

Por último, es importante mencionar la apuesta reciente de Chile al desarrollo local del hidrógeno verde, un sector en el que el país espera convertirse en exportador gracias a su abundante disponibilidad de recursos renovables, en particular, el solar. Chile se encontraría entre los países con costos potenciales estimados de producción de hidrógeno verde más bajos del mundo (Armijo y Philibert, 2020; Vásquez y Salinas, 2019; Gobierno de Chile, 2020).

Las primeras medidas de impulso al sector de hidrógeno se establecieron recientemente y estuvieron lideradas por la CORFO. Por un lado, se conformaron Consorcios Tecnológicos para la adaptación o el desarrollo, el escalamiento y la comercialización de soluciones tecnológicas que permitan la operación de vehículos mineros basados en hidrógeno verde. Se creó, por otro lado, el Instituto de Tecnologías Limpias para el desarrollo de actividades de I+D en las áreas de energía solar, minería sustentable y litio y otros minerales, entre otras (Armijo y Philibert, 2020; Vásquez y Salinas, 2019; Gobierno de Chile, 2020).

La apuesta estatal ha adquirido mayor fuerza con el lanzamiento de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde anunciada en 2020. Concebida de manera colaborativa entre la industria, la academia, la sociedad civil y el sector público, la Estrategia aspira a concretar tres metas principales en 2030: i) convertir a Chile en el exportador global líder de hidrógeno verde y sus derivados; ii) producir el hidrógeno verde más barato del mundo y iii) ser el productor global líder de hidrógeno verde por electrólisis (Gobierno de Chile, 2020). Para lograr estos objetivos se han planteado tres etapas. En la Etapa I (2020-2025), el objetivo es activar la industria doméstica de hidrógeno para seis aplicaciones prioritarias (camiones mineros y de ruta, buses, amoníaco, refinerías e inyección en redes de gas), e incentivar no solo la producción de hidrógeno sino también su demanda para dichos usos. En las Etapas II y III (2025-2030 y a partir de 2030), la meta reside en apalancar la experiencia local para entrar en mercados internacionales y posicionarse como proveedores globales de productos energéticos limpios. Para ello, se prevé otorgar financiamiento destinado a proyectos de producción y uso de hidrógeno verde, impulsar proyectos piloto, crear polos de hidrógeno verde, establecer una mesa público-privada de discusión de una hoja de ruta que permita modificar precios relativos a fin de mejorar la competitividad del hidrógeno verde en relación con los combustibles fósiles, promover consorcios de escala y desplegar una diplomacia del hidrógeno verde que permita acelerar la exportación y el desarrollo de nuevas aplicaciones, que incluyan el uso de amoníaco verde en el transporte marítimo y los combustibles sintéticos en la aviación (Gobierno de Chile, 2020).

A modo de síntesis, y como cierre de esta sección, la Tabla 1 resume a continuación las principales políticas de estímulo que han sido implementadas en los cinco países estudiados para impulsar las ERNC, la movilidad eléctrica y el hidrógeno. El relevamiento realizado servirá de marco para analizar, en la siguiente sección, los pasos que viene dando la Argentina en el impulso a estos mismos sectores.



Políticas de estímulo implementadas en Alemania, los Estados Unidos, China, Brasil y Chile para impulsar las ERNC, la electromovilidad y el hidrógeno

País / sector	Energías renovables	Movilidad eléctrica	Hidrógeno
Alemania	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D, enfocando la solar y la eólica. - Préstamos concesionales y subsidios. - <i>Feed-in tariffs</i> con contratos a 20 años. - Incentivos fiscales (créditos fiscales, exenciones impositivas). - Asistencia crediticia a las exportaciones de manufacturas de la industria eólica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D aplicada. - Financiamiento para la instalación de cargadores públicos. - Subsidios y exenciones impositivas para compra de EV. - Objetivos mínimos en compras públicas (a nivel de la UE). 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D (hidrógeno "verde"). - Financiamiento para proyectos de demostración. - Financiamiento al sector industrial para inversiones en electrolizadores. - Financiamiento para tecnologías de pilas de combustible e hidrógeno en el sector transporte.
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D. - Préstamos concesionales y garantías para préstamos. - Créditos fiscales a la producción y a la inversión. - Programas estatales de Certificados de Energías Renovables (RSP). - Amortización acelerada para inversiones en energías renovables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D. - Créditos fiscales para la compra de vehículos a nivel nacional y estatal, subsidios y exenciones impositivas. - Ayuda financiera y crédito fiscal para la instalación de infraestructura de recarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D (hidrógeno "gris" y "azul"). - Revisión y actualización de estándares de seguridad, requerimientos regulatorios e incentivos tributarios.
China	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D. - <i>Feed-in tariffs</i>. - Préstamos concesionales. - Exigencia de contenido nacional. - Incentivos fiscales para la producción manufacturera, incluidos subsidios y recortes al IVA e impuesto a los ingresos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D. - Exigencia a automotrices de que un porcentaje de su producción sean EV, con comercio de certificados. - Subsidios a la compra de EV. - Subsidios para promover la infraestructura de carga (pública y privada) a nivel nacional y subnacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D (hidrógeno "gris" y previsiblemente "verde"). - Subsidios a vehículos a hidrógeno e infraestructura de carga y servicios. - Programas provinciales de apoyo: subsidios y proyectos de demostración. - <i>Clusters</i> de hidrógeno.
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D, enfocando en la producción de células fotovoltaicas y aerogeneradores. - Financiación concesional (BNDES). - <i>Feed-in tariffs</i>. - Exigencia de contenido nacional. - Exenciones impositivas. - Sistemas de medición neta (generación distribuida). 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D (motores, sistemas de tracción, baterías y acumuladores). - Exenciones impositivas. - Créditos concesionales. - Exención de restricciones de circulación en algunas ciudades para EV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D (hidrógeno verde). - Proyectos de demostración con financiamiento federal. - Estudio de mapeo de actores de la cadena de valor del hidrógeno en el país.
Chile	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D. - Préstamos concesionales y garantías. - Subsidios a proyectos de preinversión en energías renovables. - Sistemas de medición neta (generación distribuida). - Descuento/exenciones en el pago por el uso del sistema de transmisión troncal. - Cuotas de participación de ERNC con penalización por incumplimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exención del pago del "Impuesto Verde" para vehículos nuevos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la I+D (hidrógeno verde). - Financiamiento para proyectos de producción y uso de hidrógeno verde. - Mesa público-privada para discutir cambios en precios relativos.

Tabla 1



Políticas de Desarrollo Productivo Verde en la Argentina: oportunidades y desafíos

Luego de revisar las políticas de estímulo que se están implementando en diversos países líderes a nivel global –tanto de temprana como de tardía industrialización– así como en países latinoamericanos que se ubican, al igual que la Argentina, en la trampa del ingreso medio, esta sección analiza el camino recorrido por el país para potenciar las ERNC, la movilidad eléctrica y el hidrógeno. Además de repasar los avances realizados en materia de marcos normativos y regulatorios, se analizan las capacidades existentes para potenciar estos sectores, referidas tanto a ventajas naturales –condiciones climáticas, disponibilidad de recursos naturales– como a la experiencia previa en sectores relacionados, que incluyen al aparato de ciencia y tecnología que podría ser de apoyo para su despegue.

En primer lugar, se describe el panorama actual en materia de políticas de estímulo existentes en los tres sectores estudiados. Luego se identifica y se releva una serie de casos de firmas pioneras con una rica gama de experiencias que pueden informar sobre las necesidades que presentan los sectores para lograr un mayor desarrollo. Se analizan en particular las experiencias de IMPSA e INVAP en el sector eólico, E-Motion22 (Grupo Basso) y Volt Motors (Grupo Parodi) en el sector de movilidad eléctrica e Hychico en el sector de hidrógeno verde.

Como mencionamos en la introducción, la investigación se basó en la revisión de fuentes primarias y secundarias de información y la realización de un conjunto de entrevistas a informantes clave, entre los que se incluyeron expertos sectoriales y referentes empresariales.

El fin último de esta sección es identificar los desafíos y las oportunidades tendientes al despegue o el desarrollo a mayor escala de estas tecnologías en el país e impulsar una red de proveedores locales insertados en cadenas de valor tanto nacionales como globales. Analizar los casos de estudio sectoriales es un primer paso indispensable para comprender los desafíos de estos sectores clave. Hasta donde alcanza el conocimiento reunido para este estudio, su análisis no ha sido sistematizado en la Argentina. Por lo tanto, este apartado busca empezar a cubrir ese vacío en la discusión pública. El análisis de los tres sectores a partir de una mirada tanto específica como transversal ayudará a delinear un panorama del conjunto para poder discutir su potencialidad y la necesidad de políticas productivas a medida.

Políticas de estímulo implementadas en la Argentina para potenciar las ERNC, la movilidad eléctrica y el hidrógeno verde

Energías renovables no convencionales (ERNC)

La historia de las políticas de incentivo a las ERNC en la Argentina comienza en 1998 con la sanción de la Ley N° 25019, la cual estableció el Régimen Nacional de la Energía Eólica y Solar. Ello estuvo motivado en gran medida por la ratificación del Protocolo de Kioto en 1997 y la proliferación de proyectos nacionales liderados por cooperativas (Castelao Caruana, 2019; Clementi, 2017). Esta ley declaró de interés nacional la generación de energía eléctrica de fuente eólica y solar e introdujo instrumentos de fomento que incluyen incentivos fiscales (diferimiento impositivo, entre otros), estabilidad fiscal por 15 años –es decir, imposibilidad de afectar los emprendimientos con una carga tributaria total mayor debido a aumentos o creación de nuevos impuestos y tasas–, un esquema que establecía una remuneración adicional por encima de la que fijaba el mercado spot por 15 años e incentivos para que los distribuidores de electricidad adquirieran preferencialmente electricidad

generada en base a fuentes renovables, lo que les permitía transferir estos costos a las tarifas de los usuarios finales. Sin embargo, la crisis de 2001, la devaluación de 2002 y la posterior inestabilidad económica tornaron inviable en términos económicos todo proyecto que se hubiera establecido a través de los incentivos mencionados (Castelao Caruana, 2019; Rabinovich, 2016; Aggio et al., 2018).

Para continuar con el objetivo de incorporar fuentes renovables a la matriz energética, y en el marco de los compromisos –no vinculantes– asumidos en la Conferencia Internacional sobre Energías Renovables de Bonn de 2004 (Clementi, 2017), se sanciona en 2006 la Ley N° 26190 que establece un Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Esta Ley estableció el objetivo de alcanzar el 8% del consumo de energía eléctrica con fuentes renovables a fines de 2016 y se declaró de interés nacional no solo a la generación eólica y solar sino también a la energía geotérmica, mareomotriz, pequeña hidráulica –hasta 30MW–, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás. Asimismo, se amplió el régimen de beneficios y de incentivos y se incrementó el precio adicional a pagar por la energía producida. Se creó un Fondo Fiduciario de Energías Renovables y se instituyó un Régimen de Inversiones para la construcción de nuevas obras con beneficios promocionales impositivos (entre ellos, un certificado fiscal para proyectos con un 60% de integración de componente nacional). Sin embargo, a pesar del interés por impulsar estas tecnologías, los intentos no prosperaron fundamentalmente debido a condiciones tanto institucionales como económicas: intervenciones sobre los precios fijados en el mercado spot y dificultades de acceso al financiamiento (Rabinovich, 2016). Hubo intentos posteriores para impulsar proyectos de ERNC, como el programa Generación Eléctrica a partir de Fuentes Renovables (GENREN) de 2009, a través del cual se licitaron contratos de abastecimiento de energía renovable por más de 1000 MW a un precio subsidiado en dólares por un período de 15 años, que incluía entre los criterios de selección de proyectos el porcentaje de componentes nacionales incorporados. Sin embargo, en 2016 solo se habían logrado instalar 187 MW de energía eólica y 8 MW de energía solar, que representaban el 1,8% de la energía consumida y revelaban un panorama alejado de los objetivos planteados en la legislación, así como de los logros alcanzados por otros países de la región como Brasil, Chile y Uruguay (Castelao Caruana, 2019; Rabinovich, 2016).

Finalmente, en 2015 se sanciona la Ley N° 27191 que modifica la sancionada en 2006. En ella se establece la meta de alcanzar el 20% del consumo total de energía a partir de fuentes renovables en 2025 y se introducen incentivos a la oferta así como obligaciones sobre la demanda. Por el lado de la oferta, se fijaron beneficios fiscales –crédito fiscal, devolución anticipada del IVA, amortización acelerada del Impuesto a las Ganancias, entre otros– y contratos de abastecimiento entre los generadores eléctricos renovables y la demanda, representada en principio por la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) con precios garantizados. La demanda está obligada a cumplir con los porcentajes de incorporación de energía de fuente renovable que marca la Ley. CAMMESA actúa por cuenta y orden de la demanda y los grandes usuarios pueden optar por comprarle energía a CAMMESA, o bien adquirirla de forma directa a los generadores renovables, lo cual no puede hacer el resto de la demanda⁵⁰. En este marco, se impulsó un programa de subasta pública –Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables - RenovAr–⁵¹ y se creó un fondo constituido por una línea de garantía del Banco Mundial y fondos del presupuesto público –Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables - FODER–⁵².

A partir del RenovAr se llevaron a cabo tres rondas de subastas entre 2016 y 2019 con resultados importantes en términos de potencia instalada y de participación en la generación total. Se pasó de una capacidad instalada de ERNC prácticamente nula en 2015 a 2.620 MW de energía eólica y 760 MW de energía solar en diciembre de 2020, lo que representa un promedio de alrededor del 9% del

50 Para un análisis en profundidad del marco regulatorio de las energías renovables en la Argentina véase Rotaechy y Rabinovich (2016).

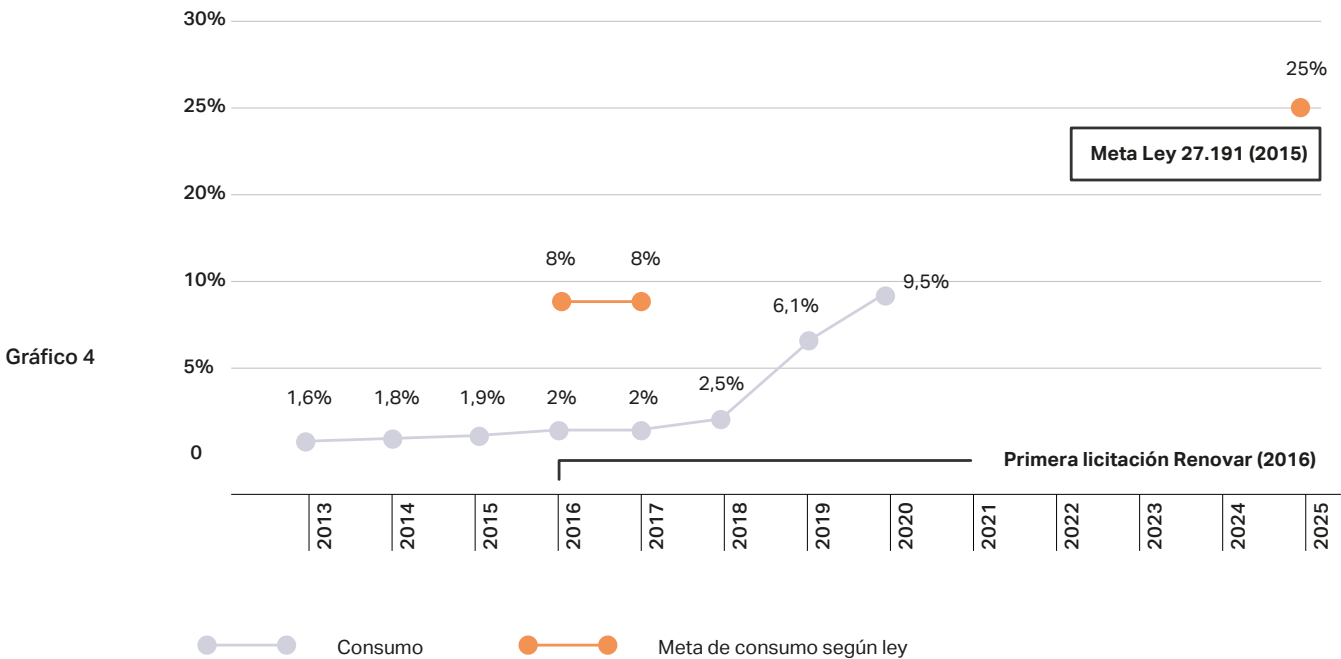
51 <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/renovar>

52 <https://www.bice.com.ar/foder/>

abastecimiento de la demanda total durante 2020⁵³. Asimismo, se creó un mercado a largo plazo de ERNC –Mercado a Término de Energías Renovables - MATER–, que permite a los generadores vender energía renovable mediante contratos a largo plazo a compradores privados –grandes usuarios–⁵⁴. A su vez, se sancionó la Ley N° 27.424/2017 de Generación Distribuida, que habilita a los consumidores de electricidad a convertirse en generadores a partir de fuente de energía renovable para autoconsumo y, eventualmente, inyectar electricidad a la red. Sin embargo, desde 2019 no ha habido nuevas convocatorias y no existe información pública sobre próximas aperturas de licitaciones ni respecto de eventuales nuevos programas de incentivos que reemplacen al RenovAr. Sin programas específicos de estímulo es baja la probabilidad de alcanzar los objetivos de participación de ERNC establecidos para 2025.

Generación de electricidad a partir de fuentes renovables y metas fijadas por Ley

Participación (%) en el total



Fuente: Elaboración propia a partir de información de CAMMESA e InfoLEG. *Datos de 2020 disponibles hasta octubre.*

⁵³ Informe Mensual de Generación Renovable Variable - Diciembre 2020 - CAMMESA:

<https://cammesaweb.cammesa.com/download/informe-mensual-de-generacion-renovable-variable-diciembre-2020-cammesa/>

⁵⁴ <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/mater>

En lo que respecta a las capacidades productivas locales dentro de las ERNC, la energía eólica es la más desarrollada en el país y la que se estima con mayor potencial para su desarrollo en el corto plazo, debido sobre todo a las condiciones climáticas naturales (Kulfas, Goldstein y Caresani, 2015; Sica, 2016; Roger, 2017). La Argentina es uno de los países con mayor potencial eólico *onshore* –en tierra– a nivel mundial (Recalde, 2008), con condiciones favorables observadas en particular en las provincias de Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Río Negro, Neuquén y ciertas zonas serranas y costeras de la provincia de Buenos Aires (Secretaría de Energía, 2008; Roger, 2017; Clementi, 2017). Según Kulfas et al. (2015), existe la posibilidad técnica de generar 65 veces la potencia instalada existente en 2014.

La Argentina es uno de los países con mayor potencial eólico en tierra a nivel mundial, con condiciones favorables en las provincias de Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Río Negro, Neuquén y ciertas zonas serranas y costeras de la provincia de Buenos Aires. La industria eólica es la que cuenta además con la mayor red de proveedores locales.

La industria eólica es la que cuenta además con la mayor red de proveedores locales. Existen fabricantes nacionales en múltiples eslabones de la cadena, desde generadores hasta estructuras metálicas y torres, así como un *cluster* eólico que nuclea a más de 75 empresas de capital nacional⁵⁵. En cuanto a los aerogeneradores, la Argentina posee tres desarrolladores importantes: IMPSA Wind y NRG Patagonia, quienes ya cuentan con equipos de alta potencia instalados y certificados, e INVAP S.E., que ha desarrollado un aerogenerador de alta potencia pero hasta el momento solo ha instalado equipos de menor tamaño. En la subsección “Estudios de caso” del presente documento se describen con más detalle las experiencias de IMPSA Wind y de INVAP. Respecto de la integración nacional de los componentes de un aerogenerador, se estima que la industria local podría abastecer al menos el 50% y debería importar el resto⁵⁶. El principal desafío en este segmento se asocia con los bajos costos de los aerogeneradores importados desde China (Sica, 2016).

En lo que respecta al resto de los componentes de los aerogeneradores, los estudios sectoriales disponibles revelan que los principales bienes que la industria nacional estaría en condiciones de proveer son torres y anillos de fundición, estructuras metálicas de turbina, frenos hidráulicos, transformadores y otros componentes eléctricos. Sin embargo, en el caso de las palas –el componente más crítico en el costo, la performance, la seguridad y la vida útil de los aerogeneradores de alta potencia–, nuestro país no cuenta en la actualidad con empresas que las fabriquen (Roger, 2017; Sica, 2016). Como se verá más adelante, IMPSA Wind llegó a producirlas –y de hecho las ha instalado en el Parque Arauco– pero ha discontinuado la producción. Por su parte, INVAP lideró un consorcio público-privado para la producción de palas destinadas a aerogeneradores de alta potencia a partir de un subsidio del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. En la actualidad las instalaciones y el equipamiento de su plataforma de desarrollo de palas se encuentra ociosa. Algunos sostienen que la producción de este componente sería abordable con el conocimiento y la experiencia ya desarrollada. Podrían evaluarse costos y beneficios en el caso de incluir las palas como uno de los componentes en futuras estrategias orientadas a aumentar el contenido nacional en los nuevos parques que se instalen. Sin embargo, otros afirman que se trata de un componente que demanda altos niveles de desarrollo tecnológico y actualización constante y, por lo tanto, de un nicho en el que no estarían dadas las condiciones para que la Argentina se especialice. Es decir que la industria local asociada a la cadena eólica se encuentra en la actualidad en un estado incipiente de desarrollo.

⁵⁵ <http://www.clustereolico.com.ar/>; Kulfas et al. (2015).

⁵⁶ Otras estimaciones son aun más auspiciosas. Kulfas et al. (2015) sostienen que el despiece de los aerogeneradores muestra que el 70% del valor total corresponde a partes y piezas de fabricación nacional.

Si bien existe la posibilidad de producir ciertos componentes en nuestro país –y esto con un porcentaje de insumos importados–, se abren dudas respecto de la capacidad de los fabricantes locales para abastecer la demanda proyectada que debería generarse en pos de cumplir con las metas establecidas en la Ley N° 27191 (Aggio et al., 2018; Castelao Caruana, 2019).

Como en otras oportunidades, el debate de fondo es si la Argentina debe estimular la producción local de aerogeneradores, incluso si ello encarece los precios de los equipos y ralentiza la adopción de estas tecnologías, o si solo se debiera impulsar el crecimiento de sectores potencialmente competitivos a nivel internacional y, en paralelo, desarrollar capacidades locales para la instalación, el mantenimiento y los servicios asociados al ensamblado de productos importados.

En el futuro deberían evaluarse con alto rigor técnico los costos y los beneficios de incorporar mayores exigencias de contenido nacional en los nuevos programas de incentivo. Asimismo, es fundamental considerar que una de las críticas que recibió el programa RenovAr ha sido que su foco ha estado colocado en exceso en la adopción de tecnologías a corto plazo, independientemente de cuál fuera su país de origen, y que numerosos componentes importados podrían haber sido provistos por proveedores locales. Como en tantas otras oportunidades, el debate de fondo que se plantea es si la Argentina debiera estimular la producción local de aerogeneradores, incluso si ello encarece los precios de los equipos y ralentiza la adopción de estas tecnologías, o si solo se debiera impulsar el crecimiento de sectores potencialmente competitivos a nivel internacional y, en paralelo, desarrollar capacidades locales para la instalación, el mantenimiento y los servicios asociados al ensamblado de productos importados. Resulta difícil lograr un consenso unívoco sobre este dilema, por lo que el desarrollo de estudios técnicos minuciosos con la participación de todos los actores de cada uno de los eslabones de las respectivas cadenas es clave para lograr una toma de decisión informada en la que los *trade offs* estén identificados con claridad.

La energía solar, por su parte, se encuentra menos desarrollada en el país y lo mismo sucede con la red de proveedores existentes. Pocas son las empresas que ensamblan paneles fotovoltaicos importados con una baja capacidad productiva anual y no existen plantas que integren la totalidad del proceso. Aun así, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) ha desarrollado paneles de forma completa a escala piloto y el Gobierno de San Juan está construyendo –a través de su empresa energética Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE)–, una planta de fabricación de paneles solares que apunta a incluir todas las etapas productivas⁵⁷. Esto quiere decir que el desarrollo de la industria solar en la Argentina se encuentra actualmente en etapa de experimentación. La principal limitación reside en que se precisa una escala de producción mucho mayor para que la integración vertical resulte económicamente rentable (Sica, 2016) y el principal desafío, también en este segmento, es la competencia china.

Movilidad eléctrica

La promoción del sector de movilidad eléctrica comienza en la Argentina en 2016 con la conformación de la Mesa Interministerial de Transporte Sustentable, bajo la convocatoria del Ministerio de Transporte de la Nación⁵⁸. Las reuniones mantenidas derivaron en la redacción de una nueva normativa. El Decreto del Poder Ejecutivo 331/17 fue el primer paso hacia la adopción de tecnología en el país: les otorgó a las empresas terminales el beneficio de una disminución arancelaria para la

⁵⁷ <https://www.epsesanjuan.com.ar/index.php/web/proyecto/proyecto-solar-san-juan-/5>

⁵⁸ Compuesta por los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Producción, Energía y la Secretaría de Transporte de la Ciudad de Buenos Aires.

importación de vehículos híbridos, eléctricos y a celdas de combustible para un cupo máximo de 6000 vehículos por un plazo de 36 meses. Este beneficio se amplió en 2019 hacia empresas importadoras y por un mayor plazo debido a que la cuota no fue cubierta (Decreto 230/19) (Dulcich, 2019). Por su parte, el Decreto 51/18 fijó una alícuota reducida del 10% para la importación de una cantidad límite de 350 ómnibus eléctricos por un periodo de 36 meses. El arancel sería del 0% para aquellas empresas que contaran con un Plan de Producción Local aprobado que integre de forma escalonada y creciente componentes nacionales⁵⁹. Además se contemplaba, dentro de la cuota, la importación de 50 autobuses libres de arancel destinados a la realización de pruebas piloto (Dulcich, 2019). A su vez, con el fin de promover el desarrollo de la infraestructura necesaria para el funcionamiento de estos vehículos, se decretó también la reducción del derecho de importación al 2% para un máximo de 2500 cargadores.

En lo que respecta al desarrollo de capacidades productivas locales, la movilidad eléctrica no cuenta aún con un marco de promoción sectorial sólido. Incluso dentro del mapa latinoamericano, el país se encuentra rezagado en términos de un plan estratégico nacional para impulsar la agenda. Uno de los avances en este sentido es el proyecto de ley presentado en 2019 para fomentar la movilidad eléctrica vehicular que contempla incentivos para la demanda –exenciones impositivas, exención del pago de peajes en rutas y autopistas, acceso a financiamiento para la compra de EV– y para la importación –reducción de aranceles para EV y sus repuestos siempre que no se produzcan en el país–. Para la fabricación, el ensamblaje y los servicios de mantenimiento y reparación local se establece la amortización acelerada del Impuesto a las Ganancias por la adquisición de bienes de capital⁶⁰.

En cuanto a las capacidades de producción local, si bien existe en la Argentina un entramado productivo automotriz y autopartista, la movilidad eléctrica implica un cambio tan disruptivo que desafía a la industria tradicional y a toda su cadena de valor incluso a nivel global. Mientras que un automóvil a combustión está ensamblado con unos 3000 componentes, un EV reemplaza alrededor de 2000 correspondientes al motor de combustión y la transmisión por unos 100 componentes relacionados, sobre todo, con el motor eléctrico y la batería. Este cambio físico implica un fuerte impacto económico e, incluso, un cambio geopolítico, pues se desequilibra el escenario tradicional dominado por la industria automotriz y se abren oportunidades para el ingreso de nuevos jugadores que podrían proveer no solo baterías y componentes eléctricos sino también bienes y servicios asociados a la inteligencia artificial, internet, Big Data y 5G, en el límite permanente de la frontera de la innovación. Es decir que la irrupción de la movilidad eléctrica implica un cambio tan profundo en el negocio automotriz que modificará para siempre el mapa productivo a nivel global (Göttig, 2020).

El mayor desafío para la Argentina es el de comprender la envergadura del cambio de paradigma que implica la movilidad eléctrica y ubicarse con rapidez dentro de las nuevas cadenas globales de valor que comienzan a consolidarse.

El mayor desafío para la Argentina es, entonces, el de comprender la envergadura de este cambio de paradigma y ubicarse con rapidez dentro de las nuevas cadenas globales de valor que comienzan a consolidarse. El país posee capacidades latentes con potencial de exploración y, eventualmente, de materialización en desarrollos productivos concretos en sectores asociados a componentes electromecánicos y químicos así como a tecnología digital (Dulcich, 2019). Algunos especialistas destacan asimismo la oportunidad de electrificar, sobre todo, el segmento de las pickups debido, por un lado, a la especialización actual nacional en la producción de este tipo de vehículos y a la inserción

⁵⁹ 10% en los primeros dos años y 25% a partir del tercer año (Dulcich, 2019).

⁶⁰ El proyecto de ley se encuentra disponible en: <https://www.hcdn.gov.ar/proyectos/textoCompleto.jsp?exp=4602-D-2019&tipo=LEY>

exportadora diversificada en este nicho⁶¹ y, por el otro, al retraso en la electrificación de este segmento vis à vis del de los automóviles y la consecuente inexistencia de amplias capacidades productivas en los grandes centros automotrices (Dulcich, 2019; Baruj et al., en prensa).

Cabe destacar algunas experiencias locales en el desarrollo de EV como, por ejemplo, los casos de Sero Electric –provincia de Buenos Aires–⁶² y de Volt Motors –Córdoba–, que han desarrollado vehículos comerciales ligeros de categoría L6 y L7 con homologación para circular, así como el caso de E-Motion22 del Grupo Basso y ciertos proyectos potenciales como Coradir en San Luis. Sero Electric constituye un ejemplo a pequeña escala del potencial de desarrollo de proveedores locales y tiene convenios de exportación con Brasil, Chile, Italia y España⁶³. Las experiencias de E-Motion 22 y de Volt Motors se estudian en detalle más adelante⁶⁴.

En el plano local, el cambio hacia la movilidad eléctrica tendría un impacto económico considerable, pues la industria automotriz representa el 4% de la producción industrial nacional, casi el 10,9% de las exportaciones de bienes (USD 7.126 millones en 2019) y cuenta con más de 69.000 empleos registrados.

En el plano local, es preciso resaltar que el cambio hacia la movilidad eléctrica tendría un impacto económico considerable, pues la industria automotriz representa el 4%⁶⁵ de la producción industrial nacional, casi el 10,9% de las exportaciones de bienes (USD 7.126 millones en 2019)⁶⁶ y cuenta con más de 69.000 empleos registrados⁶⁷. En este caso queda de manifiesto un riesgo muchas veces subestimado en las decisiones sobre políticas productivas: la inacción. Un cambio de paradigma tecnológico como el que implica la movilidad eléctrica supone una falla de coordinación que impide que una empresa individual opte por modificar su producción si no existen proveedores locales, infraestructura de recarga ni incentivos a la demanda. Esta falla de coordinación no es fácil de resolver sin acción gubernamental. Por lo tanto, una respuesta pública tardía colocaría el entramado productivo doméstico en una posición desventajosa, impediría su adaptación temprana y pondría en riesgo su capacidad para sumarse al negocio más tarde. Por otro lado, los sectores que queden fuera del cambio tendrían intereses opuestos a la modificación del status quo. Es por ello que en el país existe una importante coalición de actores a favor de las tecnologías de combustión interna –encerrados en la falla de coordinación–, que incluye a empresas petroleras, a cámaras de autotransporte, a una serie de actores del gas natural comprimido (GNC) –desde estaciones de expendio hasta proveedores de equipos y tecnologías, talleres y servicios de mantenimiento– y a entidades de fabricantes como ADEFA (Asociación de Fábricas de Automotores), entre otros. En su Visión 2030, ADEFA incluso ha manifestado que apuesta a aprovechar las posibilidades de colocación de vehículos a combustión interna en mercados emergentes, que continuarán consumiendo este tipo de vehículos durante un largo tiempo. Si el cambio de paradigma es inevitable, esta estrategia no parece maximizar la probabilidad de supervivencia a largo plazo.

⁶¹ En este segmento, la Argentina exporta a mercados extra regionales tales como Centroamérica, Oceanía y México (Baruj et al., en prensa).

⁶² Es la primera de América Latina habilitada como Fábrica Automotriz de autos eléctricos urbanos con sus modelos Homologados LCM bajo la norma internacional L6e.

⁶³ Economía sustentable. (2020, agosto, 21). *Ley de electromovilidad: en qué consiste el nuevo proyecto del Gobierno del que habló Mario Meoni*. Economía Sustentable. <https://economiasustentable.com/noticias/ley-de-electromovilidad-en-que-consiste-el-nuevo-proyecto-del-gobierno-del-que-hablo-mario-meoni>

⁶⁴ Una posible política destinada a incentivar el desarrollo exportador de pioneros es internalizar el descubrimiento de costos para el resto del sector. Véase Crespi et al. (2014) para el diseño de políticas de subsidios a los pioneros exportadores bajo el marco conceptual de Hausmann y Rodrik (2003).

⁶⁵ Según el Índice de Producción Industrial del INDEC. Datos del año base (2004).

⁶⁶ Según datos de Complejos Exportadores del INDEC.

⁶⁷ Según datos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Se toman en consideración los datos de los capítulos 34 del CIU a dos dígitos.

Por otra parte, un avance significativo hacia la movilidad eléctrica en la Argentina implica articular las visiones a largo plazo no solo del sector transporte e industria sino también del sector energía. El futuro energético del país en relación con el gas natural influirá inevitablemente sobre la agenda de electromovilidad, pues si nuestro país accede a producir gas a bajo costo se podría avanzar en la gasificación del transporte de carga y pasajeros y lograr reducciones de emisiones de GEI de manera más sencilla que si se impulsaran los EV (dado que el transporte a gas es una tecnología más económica y conocida en el país, se podría ralentizar aún más la penetración de los EV). Sin embargo, ello también dependerá de la velocidad de adopción de estándares de cero emisión. De todos modos, la urgencia por reducir las emisiones de GEI en el sector transporte es cada vez más acentuada y la velocidad del cambio de la industria automotriz global cada vez más rápida. Esta coyuntura pone en jaque al esquema automotriz tradicional pero, al mismo tiempo, abre algunas oportunidades para que la Argentina se posicione como proveedor de calidad internacional en el nuevo mundo que se viene. Para eso, es preciso impulsar también en este punto estudios específicos orientados a explorar nichos concretos en los cuales nuestro país podría tener ventajas competitivas en el marco de un análisis más profundo y desde una visión de desarrollo sobre oportunidades y conveniencias de internalizar la producción de componentes de EV. La conformación de mesas sectoriales que coordinen los esfuerzos puede ser útil para establecer los pasos a seguir de forma eficiente y consensuada.

Hidrógeno verde

El marco de promoción estatal destinado al hidrógeno verde es casi inexistente en el país. En 2006 se sancionó la Ley N° 26123 de promoción del hidrógeno que declaró de interés nacional el desarrollo de la tecnología, así como la producción, el uso y las aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía. La ley contempló la creación del Fondo Nacional de Fomento del Hidrógeno (FONHIDRO) para financiar y aprobar los planes de un Programa Nacional del Hidrógeno que sería instituido, así como un régimen fiscal promocional. Sin embargo, dicha ley nunca fue reglamentada. En la actualidad, se discute un nuevo proyecto de ley.

En 2019 se presentó un proyecto de ley que sugiere modificaciones a la norma a fin de favorecer el desarrollo de la actividad. El proyecto redefine algunos de los objetivos del régimen legal vigente desde 2006, enfocándose en particular sobre la producción de hidrógeno verde –de fuente renovable–; establece un reglamento de promoción fiscal que brinde estímulos para el desarrollo de la industria y sostiene la vigencia del FONHIDRO. El texto destaca que el principal desafío para desarrollar una industria nacional es lograr la competitividad en costos y sostiene que en la Patagonia podrían alcanzarse altos niveles de producción gracias a los potentes y constantes recursos de energía eólica y porque ese territorio dispone de agua y de superficie suficientes para alcanzar una producción a gran escala. Asimismo, se afirma que en la actualidad la Argentina posee un mercado local de hidrógeno gris –producido por reformado de metano– que es utilizado, sobre todo, en la industria petroquímica⁶⁸.

El sistema de ciencia y tecnología argentino viene impulsando desde hace varios años la I+D en hidrógeno con un rol clave de agencias como el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), así como empresas asociadas al sector público como INVAP S.E. e YPF (Laborde et al., 2010; ESMAP, 2020). Recientemente se ha procurado potenciar este conocimiento a partir de la conformación del Consorcio para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno en Argentina (H2ar), liderado por Y-TEC –compañía tecnológica de YPF y el CONICET–. Esta iniciativa busca crear un espacio de trabajo colaborativo entre las empresas que actúen o estén interesadas en participar de la cadena de valor del hidrógeno, desde su producción hasta su aplicación⁶⁹.

⁶⁸ <https://www.diputados.gov.ar/proyectos/proyecto.jsp?exp=1769-D-2019>

⁶⁹ Por ese motivo, se convoca a diversos actores: empresas automotrices, generadoras de energía eléctrica, transportadoras y distribuidoras de gas natural, refinadoras de petróleo, productoras y consumidoras de H2, grandes consumidores de energía, entre otros. <https://www.conicet.gov.ar/y-tec-lanza-h2ar-un-consorcio-para-el-desarrollo-de-la-economia-del-hidrogeno/>

A su vez, en el marco de la definición de ciertas áreas prioritarias, la Secretaría de Ciencia y Tecnología comenzó en el año 2000 a impulsar proyectos de I+D vinculados a las energías renovables, en cuya línea apoyó la construcción de una planta piloto de producción y purificación de hidrógeno a partir de biomasa en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (Laborde et al., 2010). En 2005 se aprobó y se financió un Proyecto de Área Estratégica (PAE) sobre Producción, purificación y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía, el cual involucró a más de ciento veinte investigadores argentinos⁷⁰. Entre los principales objetivos se destacaban la articulación de grupos de I+D para el desarrollo de nuevos materiales, la vinculación de estos grupos con el sector productivo, la realización de capacitaciones y formaciones de recursos humanos y el desarrollo de tecnología propia (Laborde et al., 2010). Con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva en 2007, esta tendencia se potenció. Sin embargo, los avances concretos del país en este sector son limitados. Cabe subrayar, sobre todo, la experiencia de Hychico en la provincia de Chubut, que desde 2009 mantiene activa una planta dedicada por completo a producir hidrógeno verde. Dicha experiencia se comenta en la siguiente sección.

Estudios de caso

En este apartado se describen los casos de cinco firmas cuyas experiencias en los sectores de ERNC, movilidad eléctrica e hidrógeno verde merecen conocerse con mayor profundidad. Se trata de IMPSA Wind e INVAP en el sector eólico, E-Motion22 y Volt Motors en el sector de movilidad eléctrica e Hychico en el sector de hidrógeno verde.

IMPSA Wind

IMPSA Wind es la unidad de negocios en energía eólica de IMPSA. La experiencia de esta firma se destaca tanto a nivel nacional como en la perspectiva comparada regional. En el año 2000 la empresa logró internacionalizarse y adquirió mercados en países como Uruguay y Brasil, donde competía con grandes jugadores globales como Wobben, General Electric y Siemens (ECLAC, 2012). A su vez, a través de un *joint venture* con PetroVietnam, dicha empresa desarrolló un parque eólico en Asia. Hacia el inicio de la década de 2010, IMPSA se había convertido en el mayor productor de molinos para la generación de energía eólica de América Latina (Friel, 2018).

En la década de 1980, mucho antes de ingresar en el sector eólico, IMPSA se destacaba junto a otras pocas firmas argentinas como Techint por su ambición de internacionalizarse en áreas de alta complejidad tecnológica, lo que fue posible gracias a haber creado un departamento relevante de I+D y fortalecido sus departamentos de ingeniería (López, 2006). IMPSA puso la innovación en el centro de su estrategia corporativa: firmó convenios de transferencia tecnológica, entrenó personal en el exterior y realizó ingeniería inversa como mecanismos de aprendizaje para superar el atraso tecnológico en el contexto argentino (Papa y Hobday, 2013). Durante esa década logró exportar equipamiento hidroeléctrico y grúas portuarias a América Latina, Europa, Asia y los Estados Unidos y ganó licitaciones en las que competían firmas líderes de Alemania, Francia, los Estados Unidos y Japón, entre otros países (Papa y Hobday, 2013). Junto a Techint y a Arcor, IMPSA fue una de las únicas tres multilatinas argentinas que lograron sobrevivir a la década de 1990 (ECLAC, 2006). Por entonces, la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO, por sus siglas en inglés) llegó a listarla entre las 100 firmas más innovadoras de América Latina y alcanzó un éxito notable a nivel global (Guillen, 2001; Papa y Hobday, 2013). A diferencia de la mayoría de los grupos económicos argentinos, e incluso a contrapelo de sus propias decisiones de décadas anteriores, IMPSA ingresó

⁷⁰ Mediante diversos instrumentos, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica financió el proyecto durante cuatro años por un monto de aproximadamente 3 millones de dólares (Laborde et al., 2010).

en el año 2000 con el propósito de evitar la diversificación sectorial y de enfocarse, en cambio, en energías renovables.

Su división de energía eólica, IMPSA Wind, surgió a partir de explotar sinergias con la unidad de negocios hidroeléctricos –de larga trayectoria exportadora y que proveyó conocimiento sobre mecánica de fluidos y generadores sincrónicos– y con IMPSA Port System e ICSA, que aportaron conocimiento en el manejo de estructuras de gran altura y conversión de frecuencia y automatización, respectivamente (Aggio et al., 2018). IMPSA venía analizando el sector eólico desde la década de 1980 pero fue en 1998 cuando inició estudios técnicos sobre el tema. En 2003 lanzó un primer prototipo que la llevaría a desarrollar equipos eólicos con tecnología y diseños propios, incluyendo aerogeneradores (Aggio et al., 2018; Calbosa, 2012). La empresa tuvo un enfoque integral por el que llegó a fabricar palas, torres y los sistemas de control del equipamiento y se ocupó también del montaje, la operación y el mantenimiento. Asimismo, a través de IMPSA Energy desarrolló y gestionó parques eólicos (Calbosa, 2012; Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo, 2016). La planta de Mendoza llegó a producir 75 molinos por año, mientras la de Brasil alcanzó los 300 (Friel, 2018).

En un primer momento, IMPSA había adquirido experiencia sectorial por fabricar aerogeneradores de tecnología alemana pero luego, al capitalizar las inversiones que había hecho en I+D –estimadas en 80 millones de dólares en diez años–, logró diseñar y producir un producto propio: Unipower (Aggio et al., 2018). Basada en el alto nivel de la formación en ingeniería de las universidades argentinas, la estrategia de IMPSA en I+D persiguió la innovación incremental en lugar de enfocarse en patentar, ya que su lectura del mercado eólico mundial era que las eventuales patentes podrían ser fácilmente sorteables y preferían no alertar a competidores sobre sus investigaciones en marcha y acerca de los nuevos descubrimientos que surgían de ellas (Friel, 2018). IMPSA aplicaría inteligencia artificial para predecir posibles fallas de los aerogeneradores y con el objeto de optimizar múltiples procesos de la operación en energía eólica. Este desarrollo, comercializado en Brasil, fue uno de los factores clave que explicaría el éxito de IMPSA durante esos años. Entre 2004 y 2011 las ventas anuales de la compañía se multiplicaron por cinco y alcanzaron los 1.000 millones de dólares en 2011. En 2010 las ventas de tecnología eólica en Brasil representaron el 60% del crecimiento de IMPSA, que de esta manera se convirtió en la séptima multinacional más importante de América Latina. Llegó a ocupar una cuota del mercado eólico regional de 19% y superó a General Electric (17%) y al líder mundial Vestas (10%) (Friel, 2018; Papa y Hobday, 2013). Por entonces, Ernst & Young reconoció a IMPSA como el grupo familiar de mayor nivel de crecimiento en todo el mundo durante 2008-2010 (Friel, 2018).

El despegue de la división eólica de IMPSA estuvo asociado a políticas de desarrollo productivo pero no de su país de origen, sino de Brasil. La escasez de capital a largo plazo en la Argentina para financiar la innovación y la exportación hacia mercados internacionales en los que los grandes jugadores gozan de ese tipo de apoyo en sus países, llevó tempranamente a IMPSA a radicar operaciones en países asiáticos con mejores condiciones a las locales. En el año 2000 la empresa replicó esa estrategia en Brasil, en particular en el sector eólico (Papa y Hobday, 2013). En 2008 IMPSA Wind se instaló en el país vecino para desarrollar y fabricar aerogeneradores, entre otras actividades. Allí invirtió USD 150 millones para cumplir con la regulación de componentes nacionales y así poder presentarse a licitaciones y obtener líneas de crédito de instituciones exigentes como el BID y el BNDES (Friel, 2018). IMPSA aprovechó, a su vez, el apoyo financiero de la agencia pública FINEP (Financiadora de Estudios e Proyectos) con el objeto de montar un nuevo laboratorio de I+D –que sumó a las unidades que ya hacían I+D en Mendoza– para especializarse en turbinas y generadores eólicos, un paso necesario para arribar al Unipower (Aggio et al., 2018; Papa y Hobday, 2013). Asimismo, en el marco del Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (Proinfra), la empresa logró desarrollar y gestionar parques eólicos en Brasil (Calbosa, 2012). El aprendizaje realizado en este país resultó útil para la posterior fabricación de aerogeneradores con desarrollo propio en una planta reacondicionada en Mendoza (Aggio et al., 2018).

Al promediar la década de 2010, IMPSA ingresó en una crisis financiera que la llevó a reestructurar su deuda y a reconfigurar su estructura societaria. Al mismo tiempo, esta circunstancia la condujo a cerrar

la producción de equipos eólicos y a enfocarse en el desarrollo y en la gestión de parques (Aggio et al., 2018). Son varios los factores que podrían explicar esa crisis y, en muchos casos, de carácter subyacente al entorno macroeconómico y regulatorio en el que la compañía debió desenvolverse. Estos podrían incluir la estrategia elegida para diversificarse e internacionalizarse en el sector eólico, ciertas cuestiones tecnológicas y de escala –que le dificultaron competir por precio con gigantes globales como Vestas–, el sendero de estancamiento económico al cual ingresaron la Argentina y Brasil con su impacto sobre la dimensión financiera del sector eólico, así como los cambios regulatorios respecto de la energía eólica en nuestro país que contribuyeron a erosionar el potencial de IMPSA como desarrollador tecnológico en esta área. Indagar con mayor profundidad en el impacto de estos u otros factores sobre el desempeño de IMPSA Wind es fundamental para diagnosticar cuáles son las políticas públicas necesarias para el eventual desarrollo de la tecnología en la Argentina. Es evidente que si la crisis se debió a la imposibilidad de competir por cuestiones tecnológicas o de escala, la política productiva deseable implicaría entender qué falla de mercado le impide a IMPSA lograr el salto productivo necesario. Estas fallas podrían abarcar desde la inexistencia de un mercado de capitales a largo plazo destinado a la inversión productiva, hasta la necesidad de que la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional ayude a abrir nuevos mercados para lograr la escala necesaria, entre otras. Por otro lado, si las dificultades de la empresa estuvieron principalmente asociadas a cuestiones macroeconómicas o regulatorias, la capacidad tecnológica de la firma no podría cuestionarse y las medidas necesarias deberían enfocarse en esas arenas de política pública.

Lo cierto es que si uno de los elementos centrales del desarrollo de un país es la capacidad de aprendizaje de sus empresas –con la consecuente incorporación de nuevas ideas, métodos, procesos y tecnologías de producción–, para informar a la política pública es inevitable profundizar la indagación sobre el aprendizaje significativo en energía eólica en la Argentina con epicentro en IMPSA. Si las capacidades tecnológicas desarrolladas durante largos procesos de aprendizaje pueden ser resilientes, capaces de sobrevivir en el tejido productivo más allá del derrotero de una firma individual y de las contingentes crisis, probablemente pueda pensarse en un futuro más promisorio para el sector productivo vinculado a la energía eólica en el país. En este caso, entender los determinantes de la crisis de esta empresa debería ser prioridad en la reflexión sobre la PDPV con el objeto de evitar que las capacidades productivas ganadas en el pasado se desvanezcan en el tiempo.

INVAP S.E.

La actividad desarrollada por INVAP S.E. es otro caso interesante de análisis en la cadena de valor del sector eólico, en particular en lo que respecta al eslabón de desarrollo de tecnología. Constituida en 1976 a partir de un convenio entre la CNEA y el gobierno provincial de Río Negro, INVAP S.E. es una empresa localizada en Bariloche, referente de proyectos tecnológicos a escala nacional y global con experiencia en el desarrollo de sistemas tecnológicos de alto valor agregado. Al comienzo la empresa se dedicó a la tecnología nuclear y luego amplió su cartera de negocios hacia otros sectores complejos: tecnología espacial y posteriormente energías alternativas, entre otros. INVAP S.E. no recibe aportes presupuestarios del Estado sino que su negocio se sustenta sobre la base de contratos para la venta de servicios y equipamientos hechos a medida⁷¹.

En el campo nuclear la empresa logró posicionarse con rapidez en el mercado internacional con la firma en 1985 de su primer contrato de exportación relevante, un reactor nuclear llave en mano a Argelia (Bisang y Fuchs, 2017). En 2006 alcanzó la mayor exportación de tecnología llave en mano de la historia argentina, el reactor de investigación OPAL a Australia (Bisang y Fuchs, 2017). Sus reactores nucleares también llegaron a Egipto, Perú, Arabia Saudita, Holanda y Brasil (Parera, 2018). Estos hitos se alinean con una dimensión clave de su misión: la inserción en mercados externos a través de la exportación⁷².

⁷¹ Investigación Aplicada - Sociedad de Estado.

⁷² <https://www.invap.com.ar/la-empresa/>

Para ello, uno de sus pilares clave es su competitividad en materia de costos (Parera, 2018).

Otro de sus cimientos es la adaptación constante a los contextos cambiantes. En esta línea, la crisis que atravesó el sector nuclear inspiró su diversificación hacia otras áreas (Grobocopatel Marra, 2016), aunque bajo el mismo espíritu que la impulsó: el desarrollo de tecnología compleja intensiva en conocimiento (Versino, 2014). Como parte de este proceso se embarcaron en el desarrollo de tecnologías espaciales, tales como la fabricación de satélites de observación y de comunicaciones (Bisang y Fuchs, 2017). Su trabajo en la frontera tecnológica la ha llevado a relacionarse con importantes organizaciones a nivel internacional como la NASA, institución que incluso le otorgó una certificación por su habilidad para realizar proyectos aeroespaciales completos –con la excepción de la etapa de lanzamiento del satélite– (Bisang y Fuchs, 2017; Seijo y Cantero, 2012).

Si bien recién en 2007 se creó el área Tecnología Industrial y Energías Alternativas, los primeros pasos en el campo de la energía eólica se dieron mucho antes. En la década de 1980, la visión de convertir a la Patagonia en un centro de producción de energía eólica empujó a INVAP a explorar el sector eólico cuando a nivel internacional su desarrollo era aún incipiente. Por entonces, líderes actuales del sector como Dinamarca y Alemania recién estaban comenzando. En esta línea, en 1983 empezó con las campañas de medición de viento destinadas a encontrar los mejores sitios para la instalación de parques en Río Negro y Chubut.

Es recién a partir de los años 2000 que la empresa comienza, paulatinamente, a desarrollar tecnología propia en aerogeneradores. En el año 2000 desarrolló el Aerogenerador IVS 4500, un equipo de baja potencia –destinado a integrar sistemas autónomos entre 4,5 KW y 22 KW– con el objetivo de alimentar zonas aisladas. La empresa logró ensayar este diseño y ponerlo en el mercado. No obstante, si bien en la actualidad el producto continúa comercializándose, la falta de políticas de estímulo a la demanda orientadas a tornar más accesible el producto –por ejemplo, subsidios o financiamiento concesional– limita la expansión del negocio. Con posterioridad, en 2005, junto con la Provincia de Santa Cruz, la empresa emprendió el desarrollo del EOLIS, un aerogenerador de alta potencia. La idea original era desarrollar y fabricar prototipos para la instalación de un parque eólico piloto conectado al Sistema Patagónico y, en una etapa posterior, instalar parques eólicos con tecnología propia que estuvieran conectados al Sistema Integrado Nacional, los cuales se ubicarían en la zona norte de la Provincia de Santa Cruz. Si bien la tecnología básica alcanzó a desarrollarse, el proyecto no logró prosperar debido a una serie de tensiones en el terreno político que excedieron las responsabilidades de la empresa. Finalmente, entre 2009 y 2012, INVAP S.E. se embarcó en el desarrollo de un aerogenerador de potencia media (30 KW) para sistemas autónomos o interconectados en baja tensión, destinado a pequeñas comunidades carentes de energía de red y para generación distribuida. Sin embargo, a pesar de que la empresa logró concluir con éxito la etapa de fabricación y los ensayos, volvió a emerger una barrera que impidió la llegada al mercado y la difusión de este producto. Esto ocurrió porque, por un lado, el costo del prototipo resultó elevado y, por el otro, debido a la insuficiencia de financiamiento para la puesta en marcha de una producción en serie que permitiera, a su vez, alcanzar costos más competitivos gracias al aprovechamiento de economías de escala.

INVAP S.E. también se embarcó en un proyecto para desarrollar la tecnología destinada a la fabricación de palas. Un punto muy importante para destacar es que hasta el momento no había capacidades locales para su producción. Se trabajó en dos prototipos y se desarrolló un método de fabricación monolítica, es decir, en una sola pieza⁷³. El primero de ellos fue una pala destinada a un aerogenerador pequeño de 30 KW, para la cual se completó en forma óptima el método de fabricación. Con posterioridad, se avanzó en la fabricación de palas bajo el mismo método –sin uniones pegadas– para aerogeneradores de alta potencia. Se trató de un prototipo de pala de entre 40 y 45 metros especialmente diseñada, con características específicas para los aerogeneradores de 2 MW

⁷³ Esto quiere decir que la pieza no cuenta con las clásicas uniones pegadas de las dos cáscaras y la viga central que utiliza el método tradicional adoptado por la mayoría de los fabricantes de palas del mundo.

producidos por IMPSA, pero su final no fue más feliz que el de los aerogeneradores. A pesar de haber fabricado las palas de ensayo, la crisis financiera que acechó a IMPSA obligó a discontinuar este proyecto que hasta el día de hoy sigue paralizado.

A diferencia del desempeño exitoso que INVAP S.E. alcanzó en otras unidades de negocio como el nuclear, en cuyo caso logró exportar y competir con países líderes en dichas tecnologías, el destino de los desarrollos eólicos fue menos satisfactorio. En la actualidad la empresa prácticamente no cuenta con ninguna línea de trabajo activa en este sector, con la excepción del aerogenerador de baja potencia IVS 4500 mencionado más arriba, y el desarrollo de proyectos de parques eólicos llave en mano de una de sus subsidiarias, Eólica Rionegrina SA. Como afirmamos, las dificultades que debió enfrentar fueron múltiples, desde la crisis de un cliente clave hasta problemas estructurales del país que trascienden las competencias de la empresa, sin olvidar las restricciones de financiamiento y la falta de otras políticas productivas de promoción al sector. La experiencia de INVAP S.E. en los sectores mencionados y en las capacidades desarrolladas en la misma industria eólica muestran que la empresa tiene compromiso y ambición para explorar sectores tecnológicamente dinámicos. Sin embargo, es necesario comprender las causas últimas de la falta de éxito de esta división de INVAP a fin de evaluar la conveniencia de políticas productivas que podrían volver a potenciar su despegue. Diseñar, implementar y sostener en el tiempo políticas integrales para el sector eólico en el que firmas como INVAP podrían jugar un rol promisorio es otro de los desafíos pendientes.

E-Motion22

E-Motion22 es un caso interesante de estrategia productiva dentro de la cadena global de valor en movilidad eléctrica. Se trata de un emprendimiento *spin-off* del grupo Basso que se apoya sobre capacidades existentes en la industria automotriz y, si se mueve con celeridad, constituye una apuesta para ingresar de manera temprana en un sector aún incipiente a nivel global. Paradójicamente, la entrada a un sector verde puede originarse en industrias y firmas que hoy se especializan en tecnologías intensivas en carbono.

Radicada desde sus inicios en 1963 en Rafaela, Santa Fe, la compañía Basso⁷⁴ es un caso exitoso en la exportación de productos de alto valor agregado que requieren de innovación constante en sectores donde la Argentina no tiene ventajas comparativas estáticas. En la actualidad la compañía exporta más del 80% de su producción de válvulas para motores de combustión a más de treinta países. Sus principales mercados son Brasil, Francia, los Estados Unidos y México e incluye entre sus clientes a jugadores globales como las automotrices Peugeot, Fiat, General Motors, Ford y Ferrari, la productora de motos Harley Davidson y la firma de tractores agrícolas John Deere. Así, pertenece al grupo de las diez autopartistas argentinas que más exportan. Basso posee tres plantas industriales en la Provincia de Santa Fe y un centro de comercialización e investigación en la Provincia de Buenos Aires y cuenta con aproximadamente 950 empleados.

Si el éxito de Basso es tangible, el de E-Motion22 debe pensarse en potencial. Esta nueva división del grupo Basso en electromovilidad surge de una lectura prospectiva: la industria automotriz global está cambiando a ritmo acelerado para adecuarse a nuevas regulaciones y a mercados que indican que la transición hacia tecnologías bajas en carbono es inevitable. En consecuencia, si en un futuro cercano a los grandes clientes de Basso se les cierran algunos mercados de vehículos con motores a combustión –por ejemplo, en la Unión Europea–, y otros mercados se achican, la válvula como producto insignia de la empresa de Rafaela estará en riesgo. El anticipado declive global del motor convencional no implica una urgencia inmediata para Basso, pero el momento oportuno para experimentar y delinear una transición es ahora: entrar tarde en la carrera puede ser muy riesgoso.

⁷⁴ A diferencia de lo referido a E-Motion22 y a la interpretación de ambos casos a la luz del marco analítico del presente trabajo, que es material original, la descripción sobre el grupo Basso en este apartado se basa en González, Hallak, Schott y Soria Genta (2012) y en González y Hallak (2016). Para darle mayor fluidez a la lectura, se mantienen las referencias explícitas a estos textos en el nivel mínimo indispensable.

E-Motion22 es hoy un *start up* que es más una unidad de I+D que una unidad de negocio propiamente dicha. Inicia su recorrido adaptando a una industria naciente algunos elementos que se consideran centrales en la explicación del éxito de su empresa madre y apoyada sobre capacidades ya presentes en la fabricación de válvulas. En el equipo original de cinco personas que lanzan E-Motion22 se destaca la presencia de ingenieros, que trabajan tanto en la ingeniería del producto como en las negociaciones iniciales con posibles clientes. El hecho de que la composición del equipo privilegie la capacidad técnica para investigar y aprender revela que la nueva firma capitaliza la experiencia y replica aquello que Basso prioriza desde hace décadas. Para la producción de válvulas, Basso cuenta con equipos de ingenieros electromecánicos, mecánicos y metalurgistas que investigan sobre cuestiones químicas y referidas a los metales, lo que les permite atender el mayor desafío en la fabricación de este producto: determinar con precisión los materiales y los tratamientos térmicos adecuados para cada tipo de pieza bajo diferentes condiciones de trabajo de los motores. Este continuo aprendizaje –que se apoya, asimismo, sobre el entrenamiento permanente de los técnicos de Rafaela mediante visitas a los departamentos de ingeniería de los jugadores globales a los que la compañía provee– permitió a Basso innovar en productos para el mercado global de motores de combustión, que tiene altas exigencias de performance y una evolución constante (González et al., 2012; González y Hallak, 2016).

Por otra parte, E-Motion22 intentará replicar en el sector de movilidad eléctrica la modalidad que Basso desarrolló para relacionarse con sus clientes, considerado un factor clave en el éxito de la compañía (González et al., 2012). Las grandes terminales que fabrican motores a escala global envían a Basso los planos de las válvulas y en ocasiones solicitan a la firma de Rafaela que utilice su propio *know how* para completar el diseño. La pieza final codiseñada que Basso envía es luego testada por las automotrices. Este proceso supone un intercambio muy activo entre los departamentos de ingeniería de Basso y de los grandes jugadores globales que le compran las válvulas. Asimismo, Basso pone la logística en el centro de su estrategia para garantizar entregas *just in time*. Es posible afirmar que esa cercanía en la discusión técnica y en la capacidad logística compensan la distancia geográfica y han permitido a Basso diferenciarse y coexistir en un mercado en el que compite con grandes firmas fabricantes de válvulas. Basso recibe de manera recurrente premios de firmas como Ferrari, Peugeot y John Deere como proveedor destacado.

E-Motion22 pretende ofrecer soluciones adaptadas con precisión a las necesidades de futuros clientes en la industria de la electromovilidad. Por ejemplo, esta *start up* se encuentra desarrollando un prototipo de pack de baterías de litio. Desde el inicio, la visión de E-Motion22 contempla que su posible diferencial es saber adaptarse a los requisitos de su cartera de clientes: busca producir unas pocas piezas para vehículos eléctricos que tienen una multiplicidad de otras piezas. Como los packs de baterías difieren según las automotrices, la “customización” es clave. Para E-Motion22 se trata en última instancia de convertirse en proveedora en electromovilidad de los clientes que Basso ya tiene en el mercado automotriz de combustión, a medida que estos inician la “transición verde”.

Al igual que Basso, E-Motion22 se propone importar los insumos para luego agregar valor local y finalmente exportar. Así como para fabricar válvulas se importan el acero de alta aleación y otros insumos, en el caso de la firma de electromovilidad las celdas para las baterías serían importadas. El producto final consistiría en el pack customizado. En esta línea de trabajo E-Motion22 ya dio pasos iniciales, por ejemplo, a través de un convenio con una universidad alemana y con visitas a un posible cliente en Italia. Para una firma como E-Motion22 la evolución de la industria local de EV no sería necesariamente un condicionante, ya que exportaría a sus clientes automotrices en el exterior. Sin embargo, el tipo de producto podría impactar sobre el éxito de esta nueva unidad de negocios: el costo de transporte no ha limitado la exportación de válvulas pero está por verse si este factor no resulta limitante en el caso del *battery pack*.

Continuando con su trayectoria de reinvertir ganancias para innovar y mantenerse competitiva (González et al., 2012), Basso ha apostado recursos propios en la etapa inicial de E-Motion22. Sin embargo, esta estrategia de autofinanciamiento tiene un límite y el despegue de *start ups* de este

tipo suele requerir de fuentes externas de financiamiento, sobre todo, debido al alto nivel de incertidumbre que existe en sectores tan incipientes. En las primeras fases, las inversiones requeridas pueden no ser tan cuantiosas, ya que su objetivo sería, por un lado, sostener en el largo plazo la I+D y, por otro, avanzar hacia la homologación de los productos de electromovilidad que pudieran desarrollarse.

Volt Motors

Como parte del Grupo Parodi, Volt Motors nace en 2015⁷⁵ y busca posicionarse en un segmento particular de la movilidad sustentable: los *citycars* eléctricos –autos urbanos pequeños–. Debido a las asimetrías comerciales existentes con las empresas de la industria automotriz tradicional y a las altas barreras asociadas a la entrada, se concibieron como emprendedores tecnológicos orientados a generar una oferta de nicho (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020). Junto con Sero Electric, constituyen los únicos casos en la Argentina de producción nacional –aunque incipiente y de baja escala– dentro del nuevo paradigma tecnológico de la electromovilidad (Baruj et al., en prensa).

La empresa cuenta en la actualidad con dos modelos de *citycars* homologados: un utilitario (w1) y un vehículo para uso urbano (e1)⁷⁶. Sus vehículos se convirtieron en los primeros de la Argentina en obtener la licencia de homologación bajo la categoría L7e. Esta los habilitó a circular en la vía pública –particularmente en calles, rutas y autopistas, a una velocidad máxima de 105 km/h⁷⁷– y a producirse en serie⁷⁸. Según datos informados por la empresa, sus vehículos poseen una integración nacional superior al 50%, fundamentada en gran medida en que la parte de ingeniería y de desarrollo tecnológico es propia (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020)⁷⁹, aunque no resulta claro si estos desarrollos alcanzan a componentes del *powertrain*.

A diferencia de Sero Electric –que licenció y adaptó el Movitron italiano a las necesidades locales–, Volt Motors diseñó su vehículo desde cero (Baruj et al., en prensa). Para ello trabajó con ingenieros provenientes de la industria aeroespacial –procedentes de los proyectos misilísticos Cóndor I y II de los años ochenta (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020)⁸⁰– con el objetivo de desarrollar un vehículo que alcance la optimización de la relación peso transportado con peso total en la vía pública, replicando lo que ocurre en el aerospacio (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020). La empresa tiene un equipo de *Research, Development & Innovation*, integrado por un grupo de ingenieros y de técnicos que se enfoca en pensar la movilidad alternativa (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020).

Las ventas de la empresa tuvieron un empuje inicial con una compra estatal de 28 vehículos eléctricos y el otorgamiento de beneficios fiscales. También es necesario destacar como parte del proceso el rol del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), pues colaboró con los ingenieros y con los desarrolladores de Volt Motors para alcanzar la homologación de los vehículos en 2020 (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020)⁸¹.

⁷⁵ Infobae. (2020, junio, 18). *Cómo es el auto eléctrico que fabrican en Córdoba: un citycar que podrá circular por rutas y autopistas*. <https://www.infobae.com/autos/2020/06/18/como-es-el-auto-electrico-que-fabrican-en-cordoba-un-citycar-que-podra-circular-por-rutas-y-autopistas/>

⁷⁶ <https://voltmotors.com.ar/> Ibid.

⁷⁷ La categoría de homologación L7e es superior a la L6 y a la L7 obtenida por Sero Electric, pues estas últimas habilitan a circular únicamente por calles y avenidas, con una velocidad límite de 50 km/h. ARGENTINA AUTOBLOG. (2020, junio, 16). *Volt Motors: el auto eléctrico cordobés fue homologado para circular en autopistas a 105 km/h*. <https://autoblog.com.ar/2020/06/16/volt-motors-el-auto-electrico-cordobes-fue-homologado-para-circular-en-autopistas-a-105-km-h/>

⁷⁸ Infobae. *Op. cit.*

⁷⁹ El Cronista. (2021, febrero, 18). *La cordobesa Volt ya tiene el permiso para fabricar sus autos eléctricos*. <https://www.cronista.com/apertura-negocio/empresas/La-cordobesa-Volt-ya-tiene-el-permiso-para-fabricar-sus-autos-electricos-20200617-0002.html>

⁸⁰ Infobae. *Op. cit.*

⁸¹ ARGENTINA AUTOBLOG. *Op. cit.*

Aunque aún queda un largo camino por recorrer, en gran parte debido a que la penetración de esta tecnología a nivel local y regional es todavía muy incipiente, la empresa mantiene objetivos ambiciosos y visualiza sus desarrollos para toda América Latina (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020). Como un ejemplo del paso concreto en aquella dirección, se están evaluando en la actualidad los requerimientos de los países de la región tanto para la eventual exportación de sus productos como para la instalación de *hubs* en las grandes ciudades de aquellos países (MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, 2020). Sin embargo, para ganar mercado a nivel local y concretar el desafío exportador sería importante evaluar los costos y los beneficios de políticas de estímulo como las identificadas en la sección de revisión de experiencias internacionales: mayores incentivos a la demanda –por ejemplo, vía subsidios, financiamiento concesional y créditos fiscales– y a la oferta –promoción a la I+D, créditos concesionales, entre otros–, así como fomento a la instalación de infraestructura de recarga. La PDPV debería considerar cómo solucionar esta falla de coordinación.

Hychico

El temprano posicionamiento de Hychico S.A. hacia 2009 como una de las plantas de hidrógeno limpio en operación más grandes del mundo por entonces, sugiere que podría haber potencial en este sector verde naciente. La empresa surge en 2006 del compromiso de Capex S.A.⁸², una firma dedicada a la exploración y a la explotación de hidrocarburos, así como a la generación de energía eléctrica, térmica y renovable, en materia de sustentabilidad. Capex decide crear Hychico S.A. como una subsidiaria enfocada en dos objetivos: la generación de energía de fuentes renovables y el desarrollo del hidrógeno como vector energético⁸³. Aun reconociendo que el hidrógeno verde no sería un negocio de forma inmediata (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2003), la empresa apostó a ser un *early mover* en el sector. Desde los orígenes de Hychico se vislumbra una visión a largo plazo cimentada sobre un diagnóstico temprano acerca del potencial argentino y de las oportunidades que se abrían en el contexto internacional. Los impulsores de la empresa comenzaron en el año 2000 un proceso de exploración de las posibilidades de producir hidrógeno limpio en la Argentina. Esta iniciativa se inspiró, por un lado, en las experiencias desarrolladas en Europa y se anclaba en el potencial de generación de energía renovable de la Argentina, por el otro (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2003)⁸⁴. Ello se encuadraba, al mismo tiempo, en una concepción más amplia sobre el papel que jugaría el hidrógeno en tanto vector energético en el futuro⁸⁵, como parte de los esfuerzos para mitigar la emisión de GEI y su impacto sobre el cambio climático⁸⁶. El diagnóstico acerca del potencial de crecimiento del mercado del hidrógeno verde a nivel mundial marcó tempranamente el horizonte de la empresa: exportar hidrógeno líquido a los mercados energéticos regionales e internacionales (Raballo y Llera, 2004)⁸⁷.

El accionar de Hychico se enfocó en dos proyectos (Hychico S.A., 2020a)⁸⁸. Por un lado, la empresa se embarcó en el desafío de generar energía eólica. En 2006 inició la medición de vientos en ciertas zonas de la Patagonia que derivó posteriormente en la construcción del Parque Eólico Diadema con una potencia instalada de 6,3 MW, distribuida en 7 aerogeneradores de la empresa alemana Enercon, ubicados en la provincia de Chubut (Hychico S.A., 2020a, 2020b). En el marco de la Resolución SE N° 108/11⁸⁹, Hychico comenzó en 2012 a vender la energía del parque eólico a CAMMESA mediante un contrato de abastecimiento a 15 años (Hychico S.A., 2020a, 2020b). El segundo gran proyecto de Hychico sería, por otro lado, la producción de hidrógeno verde. De esta manera, la empresa comenzó a trabajar en una

82 <https://www.capex.com.ar/nosotros-historia.php>

83 <https://www.capex.com.ar/negocios-renovables.php>

84 EconoJournal. (2019, mayo, 22). *El proyecto de hidrógeno argentino que hace escuela en el mundo* <https://econojournal.com.ar/2019/05/el-proyecto-de-hidrogeno-argentino-que-hace-escuela-en-el-mundo/>

85 <http://www.hychico.com.ar/eng/index.html>

86 <http://www.hychico.com.ar/eng/company.html>

87 EconoJournal. *Op. cit.*

Conferencia de Bonn Executive Summary

88 <http://www.hychico.com.ar/eng/index.html>

89 La Resolución habilitó la realización de Contratos de Abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada a partir de fuentes renovables. <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anejos/180000-184999/181099/norma.htm>

experiencia piloto –superando la escala de laboratorio– para la producción de hidrógeno y oxígeno a partir de la electrólisis del agua. Inaugurada en 2008, la planta cuenta con dos electrolizadores de la firma belga-canadiense Hydrogenics de 325 KW cada uno y con una capacidad de producción de hidrógeno de 60 Nm³/h (normal metro cúbico por hora) y de oxígeno de 30 Nm³/h. Hychico importó estos bienes de capital, realizó mejoras en el país y logró concentrar de este modo conocimientos prácticos y operativos respecto de su uso.

En cuanto a los resultados de las operaciones, entre 2009 y 2020 la planta logró producir 2,7 millones de Nm³ de hidrógeno, una dimensión que equivale a la cantidad de combustible que utilizarían diez buses para dar 6,8 vueltas a la Tierra⁹⁰. Respecto del destino de la producción, el hidrógeno verde producido por la empresa es utilizado en la actualidad como combustible para la generación de energía eléctrica mediante su mezcla con gas natural. En relación al oxígeno, este tiene como destino el mercado de gases industriales de la región⁹¹.

Guiados por el objetivo a largo plazo de alcanzar una mayor inserción en proyectos regionales e internacionales, desde 2018 Hychico es miembro del comité de Hidrógeno de la Agencia Internacional de Energía (IEA) y, en la actualidad, la empresa está desarrollando un estudio con el instituto de energía TNO de los Países Bajos para evaluar el mercado de hidrógeno verde tanto en aquel país como en Europa en general, el cual incluye un análisis de la competitividad del hidrógeno producido mediante energía eólica en la Argentina (Hychico S.A., 2020b).

Sin embargo, a pesar de su futuro a priori promisorio, el éxito tanto de Hychico como del sector del hidrógeno verde en general se encuentra condicionado por múltiples factores. En el plano local, el mercado del hidrógeno verde aguarda la reglamentación de un marco normativo claro, junto con la implementación de políticas públicas que promuevan iniciativas del sector privado⁹². La Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional puede ser fundamental para abrir mercados y fomentar espacios de colaboración internacional en una tecnología que se encuentra en desarrollo. Asimismo, la expansión del sector depende de factores externos que exceden a la Argentina, entre los que se destacan los desafíos técnicos, económicos y medioambientales que enfrenta la tecnología misma, que limitan la expansión del mercado del hidrógeno verde a escala global (por ejemplo, el hidrógeno verde generado mediante electrólisis podría competir con otros usos del agua dulce y si se genera a partir de agua salada, la desalinización aún tiene un costo altísimo y sería riesgoso gestionar la sal residual).

Para concluir esta sección, y como síntesis de las anteriores, la Tabla 2 resume a continuación los instrumentos de estímulo que existen en la Argentina para impulsar desarrollos en los sectores de ERNC, movilidad eléctrica e hidrógeno verde, los principales desafíos que se enfrentan, los estudios de casos analizados y los principales nichos de potencial productivo para la Argentina que emergen del análisis.

Tabla 2

⁹⁰ Presentación corporativa en REN POWER H2 LATAM, junio de 2020.

⁹¹ *Ibid.*

⁹² <https://www.hinicio.com/file/2019/12/hydrogen-revolution-Latam-2020-eng.pdf>

Argentina: Políticas de estímulo implementadas, desafíos, estudios de casos y potencial productivo local en ERNC, movilidad eléctrica e hidrógeno verde

Sector	Políticas de estímulo	Desafíos	Estudios de casos y potencial productivo local
ERNC	<ul style="list-style-type: none"> - Cuotas de participación de ERNC. - Beneficios fiscales. - Estabilidad fiscal. - Subastas públicas. - Contratos de abastecimiento. - Obligación para la demanda de incorporar fuentes renovables. Fondo de Garantía (FODER). - Mercado a largo plazo de ERNC (contratos privados) (MATER). 	<ul style="list-style-type: none"> - Competencia externa, sobre todo, de China. - Acceso a financiamiento. - Contexto macroeconómico. - Programa RenovAr sin próximas convocatorias. - Necesidad de impulsar con ahínco una red de proveedores a lo largo de toda la cadena para poder abastecer la demanda esperada a fin de cumplir las metas de la Ley N° 27191/2015. 	<p><i>Casos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - IMPSA Wind (aerogeneradores y componentes). - INVAP (aerogeneradores de baja y media potencia; palas). <p><i>Principal potencial productivo local:</i> cadena eólica.</p>
Movilidad eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción arancelaria para importaciones de EV e infraestructura de recarga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Paradigma disruptivo que desafía a la industria automotriz y autopartista local y global. - Requiere alinear una visión a largo plazo de Transporte, Energía e Industria. 	<p><i>Casos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - E-Motion22 (Grupo Basso) (prototipo de pack de baterías de litio customizados). - Volt Motors (Grupo Parodi) (Citycars eléctricos). <p><i>Principal potencial productivo local:</i> componentes eléctricos y químicos; ensamblado de componentes importados, que incluyen baterías de litio.</p>
Hidrógeno verde	<ul style="list-style-type: none"> - Ley N° 26123 con reglamentación pendiente desde 2006. 	<ul style="list-style-type: none"> - Competitividad en costos para lo que se precisa producción a gran escala. 	<p><i>Caso:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hychico (hidrógeno verde a partir de energía eólica). <p><i>Principal potencial productivo local:</i> Disponibilidad de recursos renovables para procesos electrolíticos.</p>

Fuente: Elaboración propia.



Aportes y comentarios finales

Las políticas de desarrollo productivo verde (PDPV) podrían contribuir a reactivar la economía argentina en un contexto global de recuperación pospandemia y avanzar en simultáneo en la transición hacia una economía más baja en carbono.

La revisión de experiencias internacionales realizada muestra que en un heterogéneo conjunto de países se han adoptado políticas de estímulo a sectores verdes enfocando en las ERNC (sobre todo, energía eólica y solar), la movilidad eléctrica y el hidrógeno. Estas políticas se observan en países de alto nivel de ingresos en el Norte Global –tanto en economías liberales de mercado (como Estados Unidos) como en economías coordinadas de mercado (como Alemania)⁹³–, en nuevos líderes de la economía global (China) y en países de ingresos medios y medio-altos de América Latina. Sin embargo, mientras en algunos casos (como Chile) han predominado los mecanismos de incentivo de mercado que no priorizan el desarrollo de tecnología verde local, en otros (como Brasil) se ha buscado, a través de PDPV, conciliar el avance hacia tecnologías menos intensivas en carbono con el desarrollo sectorial local.

El relevamiento de experiencias internacionales muestra que es improbable que la transición hacia economías más verdes ocurra de manera automática. No parece posible cambiar de trayectoria desde economías basadas en tecnologías con altos niveles de emisiones de GEI solo a través del comportamiento autónomo de empresas en función de puros incentivos de mercado. Detrás de las transiciones en marcha observadas a nivel global, ha habido Estados que actuaron como impulsores activos del cambio.

La revisión de experiencias internacionales muestra que en un heterogéneo conjunto de países se han adoptado políticas de estímulo a sectores verdes enfocando en las ERNC (sobre todo, energía eólica y solar), la movilidad eléctrica y el hidrógeno. Detrás de las transiciones en marcha observadas a nivel global, ha habido Estados que actuaron como impulsores activos del cambio.

En muchos casos, la pandemia de COVID-19 aceleró aún más el despliegue de PDPV. En Alemania, por ejemplo, los paquetes de estímulo económico pospandemia han dado una centralidad notable a los sectores verdes, mientras que a nivel regional el Pacto Verde que lanzó la Comisión Europea (*European Green Deal*) se define nada menos que como “la nueva estrategia de crecimiento económico para Europa”.

El conjunto de instrumentos de estímulo identificado en las experiencias relevadas incluye herramientas tanto por el lado de la oferta (apoyo a la I+D, financiamiento concesional, subsidios, tarifas preferenciales, incentivos fiscales, exigencia de contenido nacional) como de la demanda (subvenciones, reducciones impositivas, requisitos en compras públicas). Las exigencias de contenido local parecen haber sido relevantes, sobre todo, en los países que ingresaron más tardíamente en esta carrera, como ilustran las experiencias de China y de Brasil.

Estos hallazgos, sin embargo, no resuelven la pregunta respecto de si los países del Sur Global debieran procurar volverse productores de tecnología verde o bien limitarse a adoptar tecnologías

93 Sobre el contraste entre economías liberales de mercado y economías coordinadas de mercado véase Hall y Soskice (2001).

extranjeras con el objetivo prioritario de reducir emisiones de GEI. La estimación minuciosa de los costos y de los beneficios económicos y sociales de estas estrategias alternativas excede los límites de este trabajo.

El presente estudio exploratorio buscó aportar, por un lado, una mayor visibilidad de las agendas de investigación aplicada existentes actualmente en el país y, por el otro, líneas posibles de acción para articular la agenda productiva con la agenda ambiental y climática nacional. La revisión de experiencias internacionales no es suficiente para dar respuestas concluyentes en el caso de la Argentina, pero contribuye a plantear “nuevas” preguntas que debieran guiar las discusiones público-privadas y la investigación aplicada de ahora en más. En ámbitos de políticas en los cuales la incertidumbre es muy alta, un paso cuya importancia tiende a subestimarse es la identificación de las preguntas clave sobre las cuales se debería tener mejor información y luego dar jerarquía política a esos interrogantes y a las posibles soluciones.

Al analizar el caso argentino, lo primero que se observa es que los marcos normativos sectoriales existentes y los instrumentos de estímulo implementados o en agenda van en la dirección correcta. Existen leyes y mecanismos que apuntan a fomentar los sectores verdes que están siendo impulsados a nivel global mediante instrumentos similares a los relevados internacionalmente. El problema en el caso nacional se encuentra, sobre todo, en el grado de *enforcement* de las regulaciones existentes, la escasez, descoordinación o discontinuidad de las políticas implementadas (el caso del hidrógeno es el que mejor ilustra este patrón, con una normativa pendiente de reglamentación desde hace 15 años, lo cual podría remediarse mediante un nuevo proyecto de ley que se discutiría durante 2021) y la presencia de los sectores hidrocarburo y automotriz que generan empleo, ingresos fiscales –tanto en el nivel nacional como en el subnacional– y encadenamientos productivos locales, y cuya eventual transformación originaría resistencias y costos de oportunidad, además de incertidumbres sobre la futura inserción de estas industrias en las cadenas de valor globales que comienzan a reconfigurarse. En lo que respecta específicamente a los sectores de ERNC y de movilidad eléctrica, estos enfrentan desafíos no solo tecnológicos sino también y, sobre todo, económico-financieros y político-institucionales, relacionados con los altos requerimientos de capital para las inversiones en infraestructura necesarias en un contexto de grandes dificultades para acceder al financiamiento, resistencias al cambio promovidas por actores establecidos a nivel sectorial, dificultades de coordinación y marcos regulatorios que suelen estar asociados a altos costos y complejidad administrativa. El desarrollo de la capacidad estatal para diseñar, implementar y evaluar PDPV es asimismo un tema pendiente. Además, las políticas no han apuntado específicamente a fortalecer el desarrollo de encadenamientos locales y de proveedores tanto de partes, piezas y componentes como de servicios científico-tecnológicos, sino que han respondido a objetivos energéticos y ambientales más amplios.

El desarrollo de la capacidad estatal para diseñar, implementar y evaluar PDPV es un tema pendiente. Las políticas no han apuntado específicamente a fortalecer el desarrollo de encadenamientos locales y de proveedores tanto de partes, piezas y componentes como de servicios científico-tecnológicos, sino que han respondido a objetivos energéticos y ambientales más amplios.

Al mismo tiempo, las condiciones de contexto macroeconómico condicionan el despegue de negocios innovadores, especialmente en una situación mundial compleja. Es sabido que son múltiples los canales por los cuales una macroeconomía inestable, con desequilibrios y crisis recurrentes afecta de forma negativa el desempeño de las empresas. La falta de acceso a un financiamiento a largo plazo y a tasas “razonables”, los movimientos bruscos del tipo de cambio que afectan la rentabilidad privada, las restricciones de acceso al mercado de cambios que limitan el giro de utilidades y dividendos –desincentivando el ingreso de inversión extranjera directa– y que complejizan la importación

de insumos y de bienes de capital, así como la falta de recursos públicos para impulsar medidas de incentivo más profundas, afectan las decisiones de inversión y reducen la competitividad de las firmas nacionales.

Sin embargo, a pesar de estas circunstancias, los esfuerzos de ciertas empresas argentinas por innovar y por tener a la exportación como horizonte invitan a indagar con mayor profundidad en el potencial del país en ciertos sectores. Tal es el caso de empresas como IMPSA Wind, INVAP, E-Motion22, Volt Motors e Hychico, entre otras, que han hecho apuestas deliberadas para marcar una diferencia en sus respectivos sectores de incumbencia. Casos como los estudiados podrían indicar que la Argentina tendría una interesante capacidad productiva en la cadena de valor eólica – aunque la capacidad de escalar es hoy limitada –, así como nichos innovadores en el sector automotriz que eventualmente podrían contribuir con la transición hacia la movilidad eléctrica y experiencias pioneras en el aún más incipiente sector del hidrógeno. Estos casos indicarían que dependiendo de múltiples factores que exceden lo microeconómico y lo sectorial, las experiencias existentes podrían generar aprendizajes en otros ámbitos del tejido productivo local. El presente estudio ha dado un primer paso en identificar experiencias a nivel de firmas que abren nuevas preguntas. Avanzar hacia esas respuestas requiere lanzar nuevas agendas de investigación aplicada que empleen metodologías mixtas, con estrategias cuali y cuantitativas para arribar a inferencias causales sólidas acerca del impacto de las políticas públicas sobre objetivos económicos, sociales y ambientales.

En la mayoría de los casos nacionales analizados, el intento de impulsar la transición hacia tecnologías bajas en carbono se apoyó inicialmente sobre las capacidades innovadoras que las empresas ya habían desarrollado en otros sectores. De manera paradójica, en algunos casos la entrada en nichos de producción verde pudo originarse en industrias y firmas originalmente especializadas en tecnologías que directa o indirectamente son intensivas en carbono.

En la mayoría de los casos nacionales analizados, la transición hacia tecnologías bajas en carbono se apoyó inicialmente sobre las capacidades innovadoras que las empresas ya habían desarrollado en otros sectores. De manera paradójica, en algunos casos la entrada en nichos de producción verde pudo originarse en industrias y firmas originalmente especializadas en tecnologías que directa o indirectamente son intensivas en carbono.

En particular, en algunos de los casos estudiados –IMPISA, E-Motion 22, INVAP– el intento de moverse hacia la producción de tecnologías verdes se ha dado en el marco de empresas con larga trayectoria exportadora. Es decir que se trata de firmas atípicas dentro del paisaje empresarial argentino –y específicamente dentro de los sectores donde operan– por hacer de la inserción internacional un elemento medular de su estrategia de negocios.

Los estudios de casos nacionales también invitan a preguntarse si un factor que podría aumentar la probabilidad de éxito de una transición verde en la Argentina es la existencia previa de departamentos de ingeniería y experiencia en I+D en las empresas privadas, lo cual habilitaría a las firmas a aprovechar capacidades y aprendizajes ya realizados en el pasado para pensar en nuevas tecnologías. Dada la relevancia de la I+D para dar el paso inicial hacia tecnologías menos intensivas en carbono, las firmas argentinas con potencial se encuentran en desventaja respecto de las empresas de otros países que pueden financiar parte de su I+D en los mercados domésticos de crédito o de capitales, aplicar a fondos públicos o bien utilizar una combinación de distintos vehículos financieros. En este sentido, desde el sector público es clave pensar en cómo contribuir con el surgimiento de estas capacidades en firmas que hoy carecen de ellas. Asimismo, es necesario remarcar que la existencia

de experiencias exitosas no implica que no haya dificultades para que la industria nacional pueda competir internacionalmente, sobre todo con China, o con países desarrollados con mayor disponibilidad de recursos y capacidades previas superiores a las de la Argentina. En ese marco, ser innovadores, ágiles y eficientes en el diseño de políticas productivas parece ser un elemento fundamental para lograr el éxito en las respectivas agendas.

En síntesis, este estudio exploratorio buscó dar un primer paso en la identificación de experiencias locales que plantean nuevas preguntas respecto de qué tipo de intervenciones de política de desarrollo se precisan para impulsar sectores verdes en la Argentina. Esta aproximación a las PDPV parte de reconocer que son intervenciones con un alto grado de incertidumbre y que su adopción implica enfrentar dilemas complejos con recursos escasos. A la luz del análisis realizado, puede concluirse que una agenda de PDPV para nuestro país debería contemplar al menos los siguientes puntos:

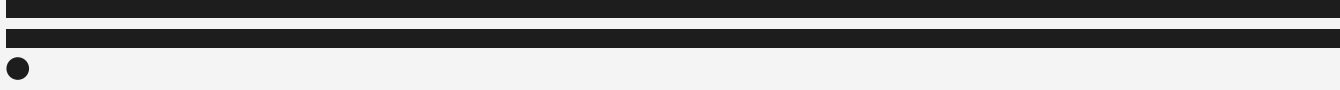
- Potenciar la I+D al nivel de firmas mediante instrumentos que estimulen el aumento del gasto privado en actividades de innovación.
- Impulsar mesas sectoriales de trabajo orientadas a coordinar políticas públicas en las diferentes cadenas de valor y a articular y dar voz a los eslabones de los distintos sectores productivos. Uno de los productos clave de estas mesas debiera ser un listado consensuado de los nichos concretos en los cuales la Argentina tendría potencial competitivo de inserción internacional, identificando los instrumentos específicos de estímulo que los actores sectoriales consideren imprescindibles y los obstáculos que enfrentan en la actualidad para avanzar en estrategias innovadoras.
- En la agenda específica de movilidad eléctrica, la mesa sectorial debiera abordar, entre otros temas prioritarios, el desafío económico y político que implicaría para el país la transición hacia una matriz productiva que desplazaría al menos parcialmente a los vehículos con motor a combustión y sus autopartes asociadas.
- Recuperar y poner en valor los estudios específicos a nivel de cadenas de valor nacionales, regionales y globales ya realizados y encarar nuevos estudios para complementar el trabajo de las mesas sectoriales en la identificación de nichos concretos en los cuales la Argentina tendría potencial competitivo de inserción internacional.
- Una vez identificados los nichos y los sectores con potencial –o que demuestren que se encuentran en camino de alcanzarlo–, incrementar el financiamiento local a las empresas dinámicas a partir de líneas especiales de crédito, enfocadas en los segmentos con potencialidad para competir internacionalmente, y considerar desembolsos condicionales a la performance objetivamente observable de las firmas. Esto debiera incluir, entre otros criterios, el desempeño exportador. Dichos instrumentos debieran ser concebidos desde el inicio como temporarios e incluir calendarios de retirada gradual asociados al logro de hitos por parte de las firmas beneficiarias.
- Fortalecer la formación de profesionales en ingeniería con currículas que contribuyan a acelerar la transición hacia tecnologías más limpias en conexión con una agenda productiva y con estrategias para facilitar la posterior inserción empresarial de esos graduados.
- Revisar la política comercial de manera quirúrgica, de forma tal de permitir la importación sin aranceles de insumos que no se fabrican localmente y que podrían favorecer el despegue de sectores dinámicos.
- Evaluar costos y beneficios y eventualmente diseñar e implementar un esquema de premios a los “pioneros exportadores”. Este instrumento premiaría ex-post a aquellas empresas que “descubren” nichos interesantes en los cuales el país puede ser competitivo y, al hacerlo, generan seguidores dentro del entramado productivo. De este modo, las firmas pioneras capturarían el

beneficio que su surgimiento permite a sus seguidores: las primeras, al abrir mercados y al revelar que una actividad innovadora es rentable, le allanan el camino a los segundos. La política pública premiaría así retrospectivamente al pionero solo si su surgimiento incentiva la creación de nuevas capacidades exportadoras en el ecosistema empresarial y, por lo tanto, aumenta la inversión en sectores incipientes.

- Apoyar un marco de compras públicas centrado en el impulso a la innovación, evaluar los costos y beneficios de aumentar las exigencias de contenido nacional en los programas e introducir criterios más amplios que vayan más allá de la simple evaluación de precios de aprovisionamiento.
- Brindar capacitación a proveedores potenciales.
- Brindar asistencia técnica y financiamiento para que proveedores locales puedan acceder a certificaciones internacionales.
- Lo dicho anteriormente obliga a priorizar una agenda de construcción de la capacidad estatal y de la arquitectura institucional para diseñar, implementar y evaluar PDPV.
- Delinear una Estrategia para la Transición Energética desde una óptica productiva, es decir, una Hoja de Ruta que incluya metas realistas e indicadores de evaluación de avances y retrocesos.

Un camino de mil pasos comienza por el primero y la Argentina ya ha dado varios en la dirección correcta. Es necesario ahora fortalecer la decisión de impulsar desarrollos innovadores a fin de que el país pueda insertarse en un mundo que da señales cada vez más claras de encaminarse hacia un futuro que inevitablemente será más verde.

Referencias



- Acemoglu, D., U. Akcigit, D. Hanley y W. Kerr (2016). Transition to clean technology. *Journal of Political Economy*, 124 (1), 52-104.
- Aggio, C., V. Verre y F. Gatto (2018). *Innovación y marcos regulatorios en energías renovables: el caso de la energía eólica en la Argentina*. Documento de trabajo No. 14. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CIECTI.
- Aguilar, S. (2014). La promoción de energías renovables en Argentina: El caso Genren. *Puentes*, 15 (5), 13-16.
- Aiello, R., A. Levy, A. Vogt-Schilb, H. Carlino, V. Gutman, M. Iezzi y M. Carlino (2018). *Examen de instrumentos económicos para la fijación de precios al carbono: revisión de experiencias nacionales y regionales y estudios de caso*. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Aiginger, K. (2014). *Industrial policy for a sustainable growth path*. Working Papers, No. 469. Austrian Institute of Economic Research (WIFO).
- Aiginger, K. y D. Rodrik (2020). Rebirth of industrial policy and an agenda for the Twenty-First Century. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 20 (2), 189-207. <https://doi.org/10.1007/s10842-019-00322-3>
- Altenburg, T. y D. Rodrik (2017). Green industrial policy: accelerating structural change towards wealthy green economies. En T. Altenburg y C. Assmann (Eds.), *Green industrial policy. Concept, policies, country experiences*. Geneva, Bonn: UN Environment; German Development Institute / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE).
- Altomonte, H. (Coord.) (2017). *Las energías renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica: Tres estudios de caso*. Documentos de Proyecto. Buenos Aires: CEPAL.
- Ambec, S. (2017). Gaining competitive advantage with green policy. En T. Altenburg y C. Assmann (Eds.), *Green industrial policy. Concept, policies, country experiences*. Geneva, Bonn: UN Environment; German Development Institute / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE).
- Armijo, J. y C. Philibert (2020). Flexible production of green hydrogen and ammonia from variable solar and wind energy: case study of Chile and Argentina. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45 (3), 1541-1558. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.11.028>
- Baruj, G., F. Dulcich, F. Porta y M. Ubogui. *Electromovilidad*. Consejo para el Cambio Estructural: en prensa.
- Bisang, R. y M. Fuchs (2017). El arte de aprender a innovar en un mundo globalizado y cambiante. Santiago de Chile: CAF-CIEPLAN. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1072>
- BloombergNEF (2019). *Emerging markets outlook 2019. Energy transition in the world's fastest growing economies*. <https://global-climatescope.org/assets/data/reports/climatescope-2019-report-en.pdf>
- Bonhoff, K., O. Ehret, J. Garcke y W. Tillmetz (2009). The German National Innovation Programme hydrogen and fuel cell technology. *Fuel Cells*, 9 (3), 192-196. <https://doi.org/10.1002/face.200800124>
- BP (2020). Statistical Review of World Energy 2020. 69th edition.
- Brasington, L. (2019). Hydrogen in China. CleanTech Group: September. <https://www.cleantech.com/hydrogen-in-china/>
- Bril Mascarenhas, T. y A. Madariaga (2019). Business power and the minimal State: the defeat of industrial policy in Chile. *The Journal of Development Studies*, 55 (6), 1047-1066.
- Bril Mascarenhas, T., C. Freytes, J. O'Farrell y G. Palazzo (2020). Qué es el desarrollo y cómo pensarlo. Documento de trabajo N°1. Fundación para el Desarrollo Argentino (Fundar). <https://www.fundar.ar/publicaciones/>
- Brundtland, G. (1987): Nuestro futuro común. Naciones Unidas. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- Calbosa, G. (2012). *Internacionalización de empresas medianas de capital nacional: casos Havana e Impsa* [Tesis MBA]. UdeSA.
- Carley, S. y T. Browne (2012). Innovative US energy policy: a review of States' policy experiences. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 2 (5), 488-506. <http://dx.doi.org/10.1002/wene.58>
- Carlino, H. (2016). Financiamiento para energía renovable en Chile. En Netto, M., M. M. Cabrera y J. J. Gomes Lorenzo. (Eds.). (2016). *Expansión de las energías renovables no convencionales en América Latina y el Caribe. El rol de las instituciones financieras de desarrollo*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Castela Caruana, M. E. (2019). La energía renovable en Argentina como estrategia de política energética e industrial. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 50 (197), 131-156. <https://doi.org/10.22201/iee.20078951e.2019.197.64625>
- CEPAL (2020). *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Cherif, R. y F. Hasanov (2019). *The return of the policy that shall not be named: principles of industrial policy*. Working paper No. WP/19/74. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/03/26/The-Return-of-the-Policy-That-Shall-Not-Be-Named-Principles-of-Industrial-Policy-46710>
- Clementi, L. V. (2017). *Energía eólica y territorios en Argentina: Proyectos en el sur de la provincia de Buenos Aires entre fines del siglo XX y principios del siglo XXI* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur] Bahía Blanca. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4197>

- Comité Consultivo de Energía 2050 (2015). *Hoja de Ruta 2050. Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile*. Santiago de Chile: Ministerio de Energía del Gobierno de Chile. https://energia.gob.cl/sites/default/files/hoja_de_ruta_cc_e2050.pdf
- Crespi, G., E. Fernández-Arias y E. H. Stein (Eds.). (2014). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Ding, N., K. Prasad y T. T. Lie (2017). The electric vehicle: a review. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 9 (1), 49-66.
- Doner, R. F. y B. R. Schneider (2016). The middle-income trap: more politics than economics. *World Politics*, 68 (4), 608-644. doi:10.1017/S0043887116000095
- Dufey, A., N. C. Marzolf y P. Ceppi (2010). *Instrumentos fiscales y no fiscales a las energías renovables en Chile*. Documento de políticas #IDB-PB-118. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Dulcich, F. (2019). La transición a la electromovilidad, ¿una oportunidad para el desarrollo de la cadena automotriz en la Argentina?. *2do Congreso sobre medios de transportes y sus tecnologías asociadas*. General Pacheco, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- Dulcich, F., D. Otero y A. Canzian (2019). Evolución reciente y situación actual de la producción y difusión de vehículos eléctricos a nivel global y en Latinoamérica. *Asian Journal of Latin American Studies*, 32 (4), 21-51
- ECLAC (2006). *Foreign Investment in Latin America and the Caribbean*. Santiago: ECLAC.
- ECLAC (2012). *Foreign Direct Investment in Latin America and the Caribbean 2012*. Santiago: ECLAC.
- ESMAP (2020). *Green hydrogen in developing countries*. Washington, DC: World Bank.
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2020). *The National Hydrogen Strategy*. Berlín. <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.html>
- Freeman, J. (2021, febrero). G.M.'s bold move on the climate. *New York Times*
- <https://www.nytimes.com/2021/02/02/opinion/GM-electric-cars.html>
- Friel, D. (2018). *IMPESA: Restructuring to innovate with existing resources*. Ivey ID: 9B18M081. <https://www.iveycases.com/>
- Fundación Vida Silvestre Argentina (2003). La era del hidrógeno. *Revista Vida Silvestre*, 85, 50-53.
- Gallagher, K. (2013). Why & how governments support renewable energy. *Daedalus*, 142 (1), 59-77.
- Germany and hydrogen — €9 billion to spend as strategy is revealed (2020, 10 de junio). DW. <https://www.dw.com/en/germany-and-hydrogen-9-billion-to-spend-as-strategy-is-revealed/a-53719746>
- Gobierno de Chile (2020). *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde. Chile, fuente energética para un planeta cero emisiones*. Santiago de Chile: Ministerio de Energía. https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf
- González, A., Hallak, J. C., Schott, P., y Genta, T. S. (2012). *Inserción de firmas argentinas en cadenas globales de valor no orientadas hacia el mercado masivo*. Working Paper IDB-WP-375. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- González, A. y Hallak, J. C. (2016). *Relational links for insertion in non-mass global value chains: opportunities for middle-income countries*. Mimeo.
- Göttig, A. (2020, octubre, 2). *La disrupción del vehículo eléctrico en la cadena automotriz*. Artículo de opinión. Portal Movilidad. <https://portalmovilidad.com/opinion-la-disrupcion-del-vehiculo-electrico-en-la-cadena-automotriz/>
- Grobocopatel Marra, O. (2016). *Caso INVAP* [Tesis de grado, Universidad de San Andrés] Buenos Aires. <http://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/handle/10908/12099>
- Guillén, M. F. (2001). *The Limits of Convergence: Globalization and Organizational Change in Argentina, South Korea, and Spain*. Princeton: Princeton University Press.
- Gutman, V. y M. Chidiak (2020). Transición energética y sus desafíos: algunas reflexiones sobre las políticas postpandemia. *Revista Proyecto Energético*, 37 (118), 27-29.
- GWEC (2019): *Global Wind Market Development - Supply Side Data 2018*. Global Wind Energy Council
- Hall, P. A. y D. Soskice (2001). *Varieties of capitalism: the institutional foundations of comparative advantage*. Oxford: Oxford University Press.
- Hallegatte, S., M. Fay y A. Vogt-Schilb (2013). *Green industrial policies. When and how*. Policy research working paper No. 6677. Washington, DC: World Bank.
- Hausmann, R. y D. Rodrik (2003). Economic development as self-discovery. *Journal of Development Economics*, 72 (2), 603-633. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(03\)00124-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(03)00124-X)
- Hausmann, R. (2015). *What are the challenges of economic growth?* The Growth Lab. Center of International Development. Harvard University. <https://growthlab.cid.harvard.edu/publications/what-are-challenges-economic-growth>
- Hidalgo, C. A., B. Klinger, A.-L. Barabási y R. Hausmann (2007). The product space conditions the development of nations. *Science*, 317 (5837), 482-487. <https://doi.org/10.1126/science.1144581>
- Hidalgo, C. A. y R. Hausmann (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106 (26), 10570-10575. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>

- Hochstetler, K. y G. Kostka (2015). Wind and solar power in Brazil and China: interests, State-business relations, and policy outcomes. *Global Environmental Politics*, 15 (3), 74-94.
- Hosseini, S. E. y M. A. Wahid (2016). Hydrogen production from renewable and sustainable energy resources: promising green energy carrier for clean development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 850-866. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.112>
- Huberty, M. y G. Zachmann (2011). Green Exports and the Global Product Space: Prospects for EU Industrial Policy. Working paper No. 2011/07. Bruegel: Brussels.
- Hychico S.A. (2020a). *HYCHICO S.A. ESTADOS CONTABLES correspondientes al período de seis meses finalizado el 31 de octubre de 2020 presentados en forma comparativa*.
- Hychico S.A. (2020b). *HYCHICO S.A. ESTADOS CONTABLES correspondientes al ejercicio económico finalizado el 30 de abril de 2020 presentados en forma comparativa*.
- IEA (2019a). *The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2019b). *Energy Policies of IEA Countries. United States 2019 Review*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2020a). *World Energy Outlook 2020*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2020b). *Sustainable Recovery*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2020c). *Germany 2020. Energy Policy Review. Country Report*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2020d). *Tracking Transport 2020*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2020e). *Clean energy innovation in the Covid-19 crisis*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2020f). *Global EV Outlook 2020*. Paris: International Energy Agency.
- IPHE (2020). *IPHE. Country Update December 2020: Brazil. International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy*. <https://www.iphe.net/brazil>
- IRENA (2016). *Renewable Energy Market Analysis: Latin America*. International Renewable Energy Agency.
- IRENA (2020). *Post-COVID recovery: an agenda for resilience, development and equality*. International Renewable Energy Agency.
- Isla, L., M. Singla, M. Rodríguez Porcel e I. Granada (2019). *Análisis de tecnología, industria y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe*. Nota Técnica No. IDB-TN-1628. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Kulfas, M., E. Goldstein y D. Caresani (2015). El desarrollo de la energía eólica en la Argentina y su efecto industrializante. Un diagnóstico sobre la capacidad de fabricación nacional de aerogeneradores y sus partes y piezas. Reporte Anual. Idear Desarrollo. https://www.academia.edu/33442348/_2015_El_desarrollo_de_la_energ%C3%ADa_e%C3%B3lica_en_la_Argentina_y_su_efecto_industrializante
- Krisher, T. y D. McHugh (2021, febrero, 17). *Ford to Go All Electric in Europe by 2030*. U. S. News. <https://www.usnews.com/news/business/articles/2021-02-17/ford-to-spend-1b-to-switch-german-factory-to-electric-cars>
- Laborde, M. A., E. A. Lombardo, F. Bellot Noronha, J. Soares Boaventura Filho, J. L. García Fierro y M. P. González Marcos (2010). *Potencialidades del hidrógeno como vector de energía en América Latina*. Madrid: CYTED.
- López, A. (2006). *Empresarios, instituciones y desarrollo económico: el caso argentino*. Buenos Aires: CEPAL.
- Lütkenhorst, W., T. Altenburg, A. Pegels, y G. Vidican (2014). *Green industrial policy. Managing transformation under uncertainty*. Discussion Paper 28/2014. German Development Institute.
- Lütkenhorst, W. y A. Pegels (2014). *Germany's green industrial policy. Stable policies - turbulent markets: the costs and benefits of promoting solar PV and wind energy*. Research report. The International Institute for Sustainable Development.
- Madariaga, A. y E. Gladina (2018). La transformación de la política energética como cambio de paradigma. En González, F. y A. Madariaga (Eds.), *La constitución política, social y moral de la economía chilena*. Santiago: Ril Editores/Universidad Central de Chile.
- Marchán, E. y L. Viscidi (2015). *Green transportation. The outlook for electric vehicles in Latin America*. Working paper. The Dialogue.
- Mazzucato, M. (2015). *The entrepreneurial State: debunking public vs. private sector myths*. New York: Public Affairs.
- Mazzucato, M. (2016). From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. *Industry and Innovation*, 23 (2), 140-156. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1146124>
- Mazzucato, M. (2019). *El Estado emprendedor: mitos del sector público frente al privado*. Barcelona: RBA.
- MAyDS (2020). *Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional de la República Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: República Argentina.
- Mealy, P. y A. Teytelboym (2020). Economic complexity and the green economy. *Research policy*, abril, 103948. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>
- Meckling, J. y B. B. Allan (2020). The evolution of ideas in global climate policy. *Nature Climate Change*, 10, 434-438.

- Ministerio de Desarrollo Productivo (2020). *El desarrollo productivo en la Argentina pospandemia. Hacia una visión compartida sobre el desarrollo económico de largo plazo y el cambio estructural*. Ministerio de Desarrollo Productivo: República Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/hacia_una_mirada_compartida_del_desarrollo_productivo_1_1.pdf
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (2016). *Informe de Cadenas de Valor. Energías alternativas*. Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas: República Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspe_cadena_de_valor_renovables.pdf
- MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica (2020, octubre, 26). *Jornada 31: Transformación de la industria automotriz, caso VOLT Motors* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ul2LQ-fqWGI>
- Naciones Unidas (2020). *COVID-19 en Argentina: Impacto socioeconómico y ambiental*. PNUD. Junio, 2019.
- Nahm, J. (2017). Renewable futures and industrial legacies: wind and solar sectors in China, Germany, and the United States. *Business and Politics*, 19 (1), 68–106.
- O'Farrell, J., G. Palazzo, T. Bril Mascarenhas, C. Freytes y M. B. Dias Lourenco (2021). Políticas de desarrollo productivo: por qué son necesarias para transformar la economía y cómo implementarlas. Documento de trabajo N°3. Fundación para el Desarrollo Argentino (Fundar). <https://www.fund.ar/publicaciones/>
- Padilla, E. (2017). What can developing countries gain from a green transformation?. En Altenburg, T., y C. Assmann (Eds.). *Green industrial policy. Concept, policies, country experiences*. Geneva, Bonn: UN Environment; German Development Institute / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE).
- PAGE (2017). *Green Industrial Policy & Trade: A Tool-Box*.
- Papa, J. y M. Hobday (2013). Building-up technological capabilities to overcome economic adversity: The case of a latecomer firm in Argentina. *GLOBELICS 2015*, 0-0. <https://research.brighton.ac.uk/en/publications/building-up-technological-capabilities-to-overcome-economic-adver>
- Parera, L. (2018, mayo, 2). Así es por dentro el Invap, la "fábrica" argentina de satélites y reactores nucleares. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/asi-es-por-dentro-el-invap-la-fabrica-argentina-de-satelites-y-reactores-nucleares-nid2130794/>
- Pérez Jaramillo, D., M. C. Gutiérrez y R. Mix (2019). Electromovilidad: panorama actual en América Latina y el Caribe. Versión infográfica. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Pizarro, R. y F. Pinto (2019). Chile: impuestos verdes, diseño e implementación. En Trinidad, C. (Ed.). *Precio al carbono en América Latina: tendencias y oportunidades*. Lima: Sociedad Peruana De Derecho Ambiental-Konrad Adenauer.
- PNUMA (2018, diciembre, 12). *Movilidad eléctrica: avances en América Latina y el Caribe y oportunidades para la colaboración regional 2018*. <https://movelatam.org/informe-regional-2018/>
- PNUMA (2019). *Movilidad eléctrica: avances en América Latina y el Caribe y oportunidades para la colaboración regional 2019*.
- Porter, M. E. (1991) America's green strategy. *Scientific American*, 264 (4), 168. <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0491-168>
- Porter, M. E. y C. Van der Linde (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9 (4), 97-118.
- Raballo, S. y J. Llera (2004, junio, 1-4). *Large scale wind hydrogen production in Argentine Patagonia*. International Conference for Renewable Energies. Bonn, Germany.
- Rabinovich, G. (2016): El mercado eléctrico en Argentina. En Rotaèche, L. M. y G. Rabinovich (Eds.). *Energías renovables no convencionales: Argentina frente al desafío de un futuro sostenible*. Buenos Aires: IAERcalde, M. (2008). Generación Eolo-eléctrica en Argentina: potencialidades, barreras e instrumentos de política. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 12, 5-7.
- Recalde, M. (2016). The different paths for renewable energies in Latin American countries: the relevance of the enabling frameworks and the design of instruments. *WIRES Energy Environ* 2016, 5, 305-326.
- República Argentina (2016). Primera Revisión de su Contribución Determinada a Nivel Nacional. <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Argentina%20First/17112016%20NDC%20Revisada%202016.pdf>
- Rodrik, D. (2005). Growth strategies. *Handbook of Economic Growth*, 1, 967–1014. [https://doi.org/10.1016/S1574-0684\(05\)01014-2](https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01014-2).
- Rodrik, D. (2007). *One economics, many recipes: globalization, institutions, and economic growth*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Rodrik, D. (2014). *Industrial policy for the twenty-first century*. CEPR Discussion Paper No. 4767. Harvard University.
- Roger, D. (2017). Política industrial y energías renovables: apuntes para una política de desarrollo industrial nacional de las energías renovables. *Industrializar Argentina*, 15 (31), 14-19.
- Rotaèche, L. M. y G. Rabinovich (Eds.). (2016). *Energías renovables no convencionales: Argentina frente al desafío de un futuro sostenible*. Buenos Aires: IAE.
- Schaeffer, R., R. Soria, R. Miranda, A. F. P. Lucena y R. Rathmann (2016). Financiamiento para energía renovable en Brasil. En Netto, M., M. M. Cabrera y J. J. Gomes Lorenzo. (Eds.). (2016). *Expansión de las energías renovables no convencionales en América Latina y el Caribe. El rol de las instituciones financieras de desarrollo*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

- Secretaría de Energía (2008). *Energía Eólica-Energías Renovables*. Secretaría de Energía. Argentina. http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_eolica.pdf
- Seijo, G. y J. H. Cantero (2012). ¿Cómo hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación en INVAP. *Redes: Revista de estudios sociales de la ciencia*, 18 (35), 13-44.
- SGyDS (2019). *Tercer Informe Bienal de Actualización de Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático* (CMNUCC).
- Sica, D. (2016). El desarrollo de la industria y la integración de las energías renovables. En Rotaecche, L. M. y G. Rabino-vich (Eds.). *Energías renovables no convencionales: Argentina frente al desafío de un futuro sostenible*. Buenos Aires: IAE.
- Stiglitz, J., J. Lin y C. Monga (2013). *The rejuvenation of industrial policy*. Policy Research Working Paper; No. 6628. Washington, DC.: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16845>
- Thomas, H., M. Versino, A. Lalouf y H. Thomas (2008). La producción de tecnología nuclear en Argentina: el caso de la empresa INVAP. *Desarrollo Económico*, 47 (188), 543-575.
- Turner, L. y F. Delasalle (2020, julio). 7 Priorities to help the global economy recover while building a healthier, more resilient, net-zero economy. The Oxford Institute for Energy Studies, University of Oxford.
- UN Environment-DIE (2017). *Green industrial policy: concept, policies, country experiences*. UN Environment-German Development Institute (DIE)-Partnership for Action on Green Economy (PAGE).
- UNEP (2020). *Emissions Gap. Report 2020*. United Nations Environment Programme.
- US DOE (2020): *Hydrogen strategy: enabling a low-carbon economy*. Office of fossil energy. United States Department of Energy. Washington, DC: DOE.
- US Energy Information Administration (EIA) (2020, junio, 22). *Renewable Energy Explained*. US Energy Information Administration (EIA). <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>
- Vásquez, R. y F. Salinas (2019). *Tecnologías del hidrógeno y perspectivas para Chile*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Versino, M. (2014). Trayectorias de empresas productoras de "bienes complejos" en el ámbito latinoamericano: los casos de INVAP S.E. y EMBRAER S.A. *Anuario CEEED*, VI.
- Yuki, Y. (2020, agosto). China hydrogen policy: a summary of provincial plans. *Energy Iceberg*. <https://energyiceberg.com/china-hydrogen-policy-provincial-summary/>

Acerca de los autores y las autoras

Tomás Bril Mascarenhas

Director del Área de Desarrollo Productivo de Fundar

Licenciado en Ciencia Política (UBA) y doctor en Ciencia Política (Universidad de California-Berkeley). Se especializa en la economía política comparada del desarrollo.

Verónica Gutman

Investigadora asociada del Área de Desarrollo Productivo de Fundar

Licenciada, magíster y doctora en Economía por la UBA. Es investigadora de la Fundación Torcuato Di Tella (FTDT) y docente de posgrado en FLACSO. Se especializa en economía ambiental, cambio climático y desarrollo sostenible.

María Belén Dias Lourenco

Analista del Área de Desarrollo Productivo de Fundar

Licenciada en Estudios Internacionales y maestranda en Economía Aplicada (UTDT). Sus áreas de interés incluyen la economía política y el desarrollo.

Lucía Pezzarini

Coordinadora del Área de Desarrollo Productivo de Fundar

Licenciada y maestranda en Economía por la UBA. Se especializa en macroeconomía.

Gabriel Palazzo

Coordinador del Área de Desarrollo Productivo de Fundar

Licenciado en Economía (UBA) y candidato a doctor en Economía por la UBA y por la Universidad Alcalá de Henares. Se especializa en desarrollo económico, comercio internacional y macroeconomía del desarrollo.

María Victoria Anauati

Licenciada en Economía (UNC) y doctora en Economía (UdeSA). Se especializa en temas de desarrollo económico, evaluación de políticas públicas, microeconomía y economía de la educación.

Lectores externos

Florencia Balestro (Asociación de Mujeres en Energías Sustentables)

Fernando Porta (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación)

Ernesto Stein (Banco Interamericano de Desarrollo)

Los autores y las autoras agradecen los muy valiosos comentarios de los lectores externos y su participación en seminarios internos de discusión. Cualquier desacuerdo de este documento es sin duda exclusiva responsabilidad de sus autores.

Modo de citar

Bril Mascarenhas, T., Gutman, V., Dias Lourenco, M. B., Pezzarini, L., Palazzo, G. y Anauati, M. V. (2021). Políticas de desarrollo productivo verde para la Argentina. Buenos Aires: Fundar.

