

# Innovación en energía limpia en América Latina

Marzo 2016

Justin Miller

Lisa Visicdi

Diálogo Interamericano

CAF - Banco de Desarrollo de América Latina

## Presentación

*Me complace presentar el informe “Innovación en energía limpia en América Latina”, un informe elaborado por Justin Miller, consultor en energía limpia para mercados emergentes en Nexant y Lisa Viscidi, directora del Programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas del Diálogo Interamericano.*

*El presente informe examina el desarrollo tecnológico en energía limpia en Brasil, México y Chile, que se encuentran entre los países latinoamericanos con mayor potencial para expandir la investigación y comercialización de energías limpias. Los tres países forman parte de la “Misión Innovación”, una iniciativa global que busca acelerar la innovación tanto pública como privada en energía limpia. Dicha misión fue lanzada durante las negociaciones de las Naciones Unidas sobre cambio climático en París en el 2015. Los países miembros se comprometieron a duplicar sus esfuerzos de investigación y desarrollo en materia de energía limpia durante los siguiente cinco años, hasta el 2020.*

*Este informe se basa en su mayoría en entrevistas con expertos, pertenecientes al gobierno, la academia o el sector privado para cada país en cuestión. A pesar de la escasez de datos en cuanto a patentes de energía limpia, inversión y start-ups en la región, el informe logra examinar patrones y estadísticas que permiten vislumbrar el estado de la innovación en energía limpia en América Latina.*

*Nos gustaría agradecer a Álvaro Atilano, Ejecutivo Principal en Análisis y Estrategia de Energía y a Mauricio Garrón, Director de Análisis y Estrategia de Energía en CAF – Banco de Desarrollo de América Latina por sus valiosas contribuciones y comentarios sobre el informe. También agradecemos a Rebecca O’Connor, Asistente del Programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas en el Diálogo Interamericano por su asistencia en investigación y a Tamara Lorenzo por la traducción del informe.*

*Agradecemos al CAF, Banco de Desarrollo de América Latina, por su generoso aporte para la realización del informe. También agradecemos al Comité de Energía y Recursos Naturales del Diálogo, integrado por: CAF, el Banco Interamericano de Desarrollo, Chevron, ExxonMobil, Shell, Holland & Knight y Sempra Energy por el generoso apoyo que brindan al programa.*

*El Programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas del Diálogo informa y formula políticas en busca de promover la inversión, al mismo tiempo incentivando un desarrollo de los recursos naturales económicamente, socialmente y ambientalmente responsable. Las opiniones expresadas en este informe corresponden a sus autores y no necesariamente reflejan las perspectivas del Diálogo Interamericano, Nexant o sus socios o sponsors.*

## INTRODUCCIÓN

La innovación es un importante impulsor de competitividad económica, creación de empleo y de mejoras en balances comerciales. Los desafíos globales del cambio climático han creado oportunidades para impulsar el crecimiento del sector de energía limpia en países alrededor del mundo. Avances tecnológicos en años recientes han permitido reducir los costos de la energía limpia, desde baterías para vehículos eléctricos hasta paneles solares, posibilitando el consumo de nuevas fuentes como biocombustibles y residuos.

La investigación y comercialización de energías limpias se ha incrementado rápidamente durante la última década. La cantidad anual de patentes en tecnología limpia se ha más que triplicado entre el 2000 y el 2014<sup>1</sup>, mientras que la inversión de capital en dicho sector se duplicó durante el mismo período en comparación con los cinco años anteriores, con la mayoría de estas inversiones destinadas a la energía.<sup>2</sup> Sin embargo, más inversiones son necesarias. Los gobiernos deben triplicar sus inversiones anuales en investigación y desarrollo de energía. Según la Agencia Internacional de Energía, estas inversiones deberían superar los \$50 millones para poder alcanzar las metas de mitigación de cambio climático.<sup>3</sup>

La mayoría de las tecnologías en energía limpia han sido desarrolladas en naciones altamente industrializadas, en particular los Estados Unidos, Japón y la Unión Europea. En el 2014, estos países en conjunto abarcaban casi dos tercios de las patentes en tecnologías limpias, la mayoría de estas en sectores relacionados a la energía como por ejemplo, transportes no contaminantes, generación de energía limpia, eficiencia energética y almacenamiento energético (véanse figuras 2 y 3).<sup>4</sup> Sin embargo, los mercados emergentes han incrementado su liderazgo en innovación de energía limpia. China por ejemplo ha evidenciado el mayor crecimiento en cuanto a solicitud de patentes en tecnologías limpias durante los últimos años.<sup>5</sup>

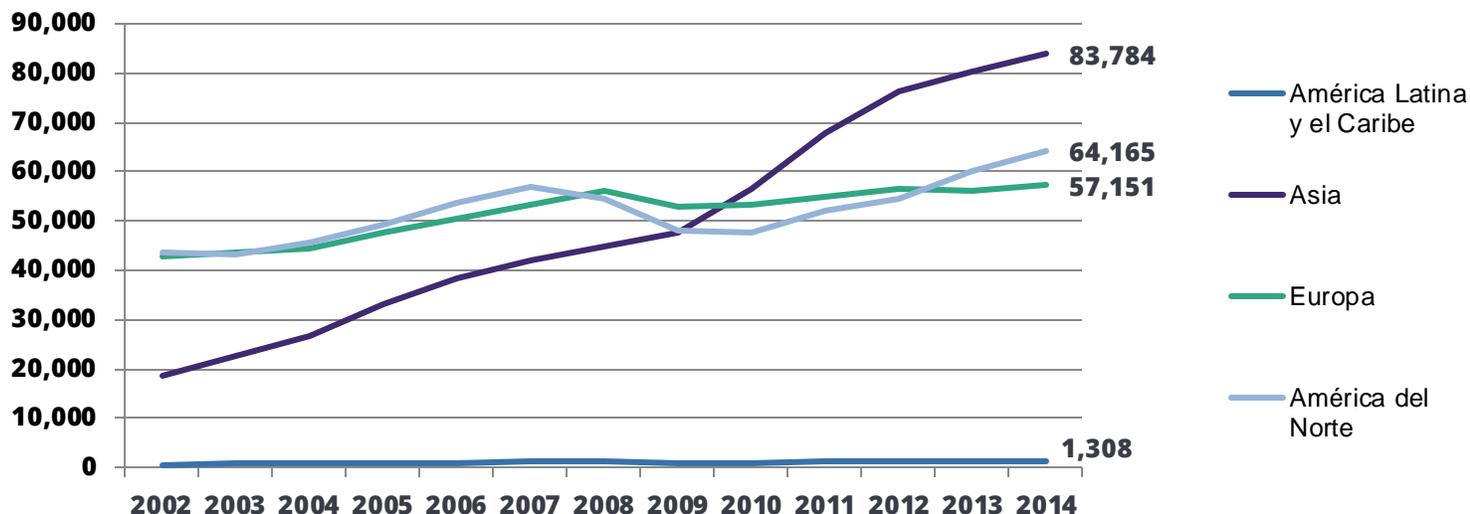
En América Latina este crecimiento ha sido más lento. América Latina se encuentra rezagada en comparación con otras regiones en cuanto a indicadores en innovación energética y otros sectores, solicitando menos patentes, invirtiendo menos en investigación y desarrollo de tecnología y recibiendo menos regalías (véase figura 1).<sup>6</sup>

Sin embargo, la innovación en energía limpia es crítica para América Latina, ya que incluso la aplicación de tecnologías existentes, desarrolladas en el extranjero, requieren de investigadores para adaptar dichas soluciones a las condiciones locales. Por otra parte, la innovación en energía limpia ofrece a los países latinoamericanos la oportunidad de impulsar el crecimiento económico y el empleo, incrementar los flujos de capital extranjero mediante exportaciones de tecnología y las regalías generadas por las licencias. Por último permitiría transformar sus economías hacia productos y servicios de mayor valor.

Nuestro informe demuestra que América Latina enfrenta numerosas barreras para el desarrollo de tecnologías de energía limpia. Entre las barreras principales se encuentran el acceso al capital, los incentivos gubernamentales inadecuados y la falta de vínculos entre la industria y la academia.

### FIGURA 1: SOLICITUD DE PATENTES VIA PCT (2002-2014)

Fuente: Organización Mundial de la propiedad Intelectual (WIPO)  
 Análisis: CAF- Banco de Desarrollo de América Latina



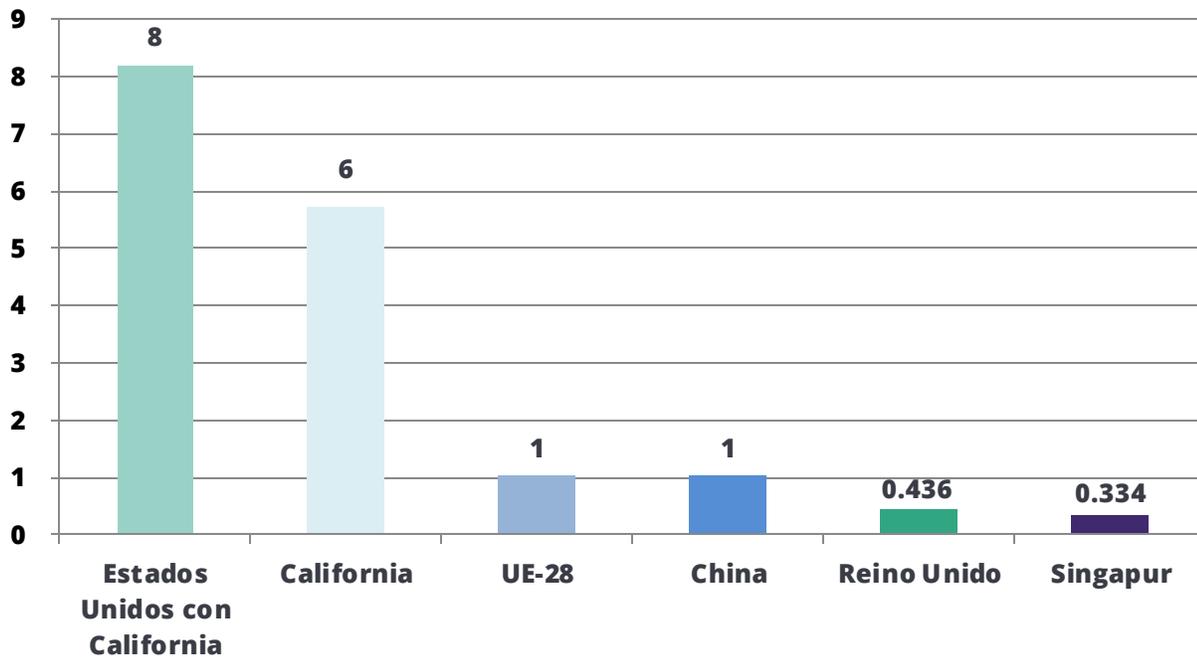
\*PCT: El Tratado de Cooperación de Patentes (PCT) asiste a solicitantes en búsqueda de protección internacional de sus invenciones, ayuda a las oficinas de patentes con sus decisiones de otorgamiento de patentes y facilita el acceso público a la información técnica relacionada a esas invenciones. Mediante la solicitud de una aplicación de patente internacional bajo el PCT, los solicitantes pueden simultáneamente buscar protección para una invención en 148 países alrededor del mundo.

Para poder proveer al mercado con tecnologías novedosas, los emprendedores necesitan de acceso al capital y a un ecosistema de innovación que les permita tomar riesgos. El capital de riesgo es particularmente importante para financiar start-ups de energía limpia ya que se enfoca en inversiones en su etapa inicial y de alto riesgo. En América Latina, los inversores tienden a ser más hostiles al riesgo que sus equivalentes en lugares como California, y además hay muy poco capital de riesgo destinado al desarrollo de tecnología. América Latina también cuenta con muy pocas compañías de energía limpia cotizando en las bolsas de los mercados de capital locales, lo cual podría ser otra forma potencial de recaudar fondos. Incluso en los casos en que el capital se encuentra disponible, las regulaciones locales suelen penalizar a quienes toman riesgos, como por ejemplo, debido a la débil legislación en materia de quiebras que muchos de estos países poseen. Estas condiciones plantean importantes barreras a la iniciativa empresarial y la innovación en América Latina y para el desarrollo de innovación en energías limpias en particular.

La innovación en energía limpia requiere de un fuerte apoyo gubernamental así como también de incentivos para impulsar tanto la oferta de nuevas tecnologías como también la demanda por soluciones de energía limpia. El respaldo del gobierno, ya sea mediante inversiones públicas en investigación y desarrollo, conglomerados de tecnología limpia o incentivos fiscales, es necesario para estimular a investigadores hacia la creación de nuevos productos y servicios. Los gobiernos también pueden proveer incentivos para la creación de mercados domésticos de energía limpia mediante, por ejemplo, requisitos que exijan a los programas de contratación pública un nivel mínimo de insumos de tecnologías domésticas. Si bien los gobiernos latinoamericanos invierten en investigación y desarrollo, estas inversiones siguen siendo bajas y no están dirigidas hacia las áreas más relevantes ni comercializables.

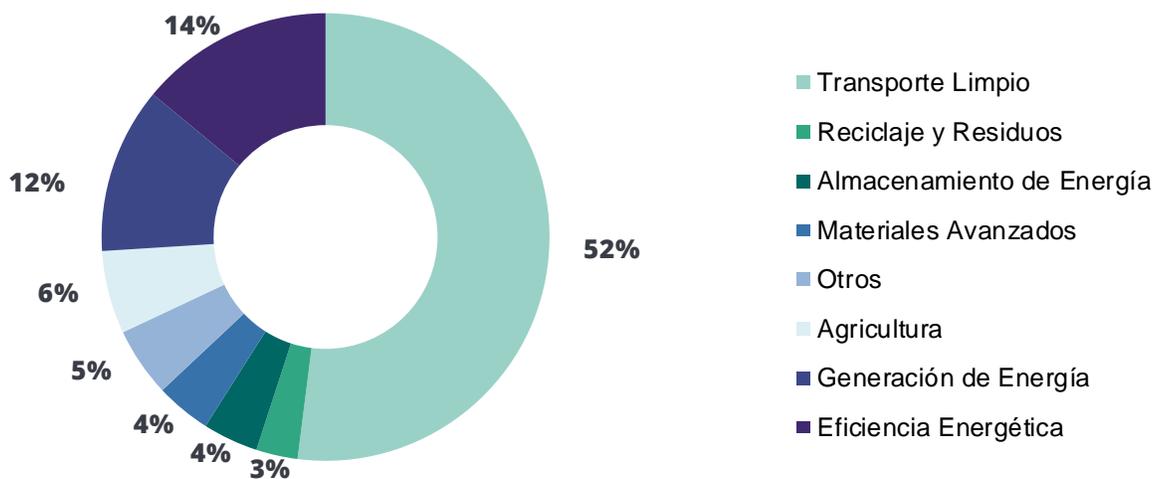
**FIGURA 2: INVERSIONES DE CAPITAL DE RIESGO EN TECNOLOGÍAS LIMPIAS, 2014 (MILES DE MILLONES DE USD)**

Fuente: Next 10 California Innovation Index



**FIGURA 3: INVERSIONES GLOBALES DE CAPITAL DE RIESGO EN COMPAÑÍAS DE TECNOLOGÍA LIMPIA POR SEGMENTO, 2014**

Fuente: Cleantech Group LLC. Análisis: Collaborative Economics



**Nota:** Otros incluye agua y aguas residuales, redes inteligentes, aire y medio ambiente y edificios verdes

Para que las nuevas tecnologías sean aplicadas comercialmente, deben servir a las necesidades del mercado. Esto requiere de un esfuerzo por parte de los gobiernos y los investigadores para cuidadosamente coordinar sus trabajos con el sector privado y asegurarse de que las investigaciones realizadas en los laboratorios eventualmente conduzcan a productos o servicios comercialmente viables. Sin embargo, en América Latina suele haber una falta de comunicación entre la academia y los actores industriales, ya sean nacionales o extranjeros. Los investigadores suelen enfocarse en ciencia con una orientación académica en detrimento del desarrollo tecnológico con aplicaciones comerciales. Asimismo, los investigadores en América Latina suelen solicitar patentes en sus propios países, pasando por alto la oportunidad de proteger sus innovaciones de mercados más desarrollados como los de Asia, los Estados Unidos o Europa (véase figura 7).

A pesar de los desafíos, hay un gran potencial para el crecimiento en innovación de energía limpia en la región. Su geografía proporciona un abundante potencial natural para la energía renovable. La región también posee investigadores muy capacitados, como también instituciones de primer nivel que ya están desarrollando nuevas y prometedoras tecnologías. América Latina ha sido pionero en tecnología dentro de ciertos nichos como por ejemplo en biomasa, y está innovando en la adaptación de tecnologías ya existentes para satisfacer condiciones locales. Las grandes economías de la región poseen un incentivo particular para promover la innovación local ya que sus compañías de energía limpia tendrían un amplio mercado potencial para sus bienes y servicios.

Por otra parte, algunos investigadores externos a América Latina están patentando sus propias tecnologías, desarrolladas fuera de la región, en países latinoamericanos, particularmente Brasil. Los solicitantes tienden a procurar patentes en los mercados donde esperan elaborar o vender sus productos, por lo tanto este patrón sugiere que los investigadores advierten un fuerte potencial para explotar el mercado de consumidores de energía limpia de la región.<sup>7</sup>

## BRASIL

Brasil es el claro líder en innovación en energía limpia dentro de Latinoamérica. La mayor economía de la región es hace ya décadas un líder global en biocombustibles. El país también posee una matriz eléctrica relativamente limpia, generando gran parte de su energía mediante la hidroelectricidad, como también una proporción de energía solar y eólica, de este modo proporcionando un gran mercado potencial de consumidores de energía limpia. Sus universidades e institutos de investigación han suministrado un considerable nivel de propiedad intelectual, en particular en bioenergía, incluyendo biogás y biomasa.<sup>8</sup> Un gran apoyo gubernamental y corporativo en el sector energético ha ayudado a Brasil a superar a otros países de Latinoamérica en innovación de energía limpia. Sin embargo, compañías de energía limpia más pequeñas han luchado en el desafiante clima para start-ups en Brasil. Muchas de estas siendo desplazadas por otras de mayor tamaño, sobrecargadas por compleja burocracia, altos impuestos y enfrentando insuficientes fondos públicos para la investigación y desarrollo y bajos niveles de capital de riesgo destinados a tecnologías limpias.<sup>9</sup>

### DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ENERGÍA LIMPIA

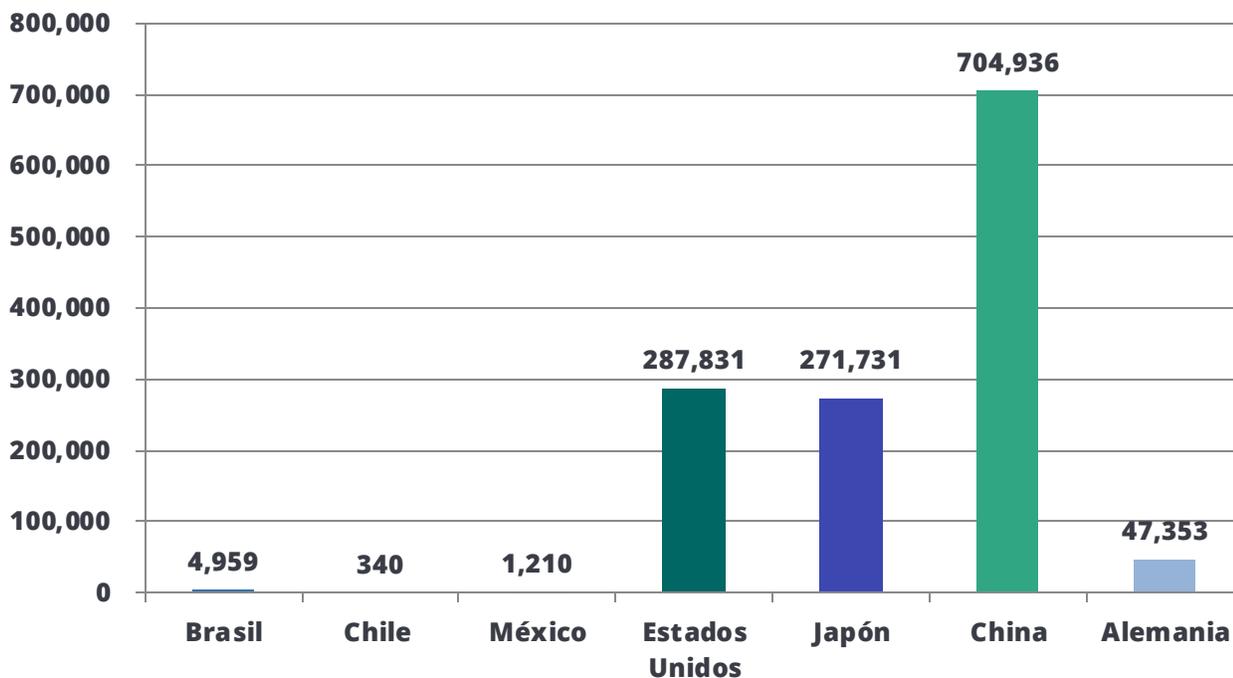
Investigadores brasileños se han enfocado en una amplia gama de tecnologías en energía limpia, pero la bioenergía es la que ha recibido una mayor atención debido a las dotaciones de recursos naturales que Brasil posee, a las bien establecidas empresas de agro-business y al sostenido apoyo del gobierno. Las universidades brasileñas y sus investigadores asociados han destinado gran parte de su trabajo a mejorar las cualidades químicas de las cosechas de caña de azúcar como también en mejorar sus rendimientos. También han sido desarrolladas tecnologías en áreas como la biodigestión para la producción de biogás, energía a partir de residuos y cogeneración de biomasa.

Detrás de la bioenergía, un nivel significativo de recursos son destinados al desarrollo de energía eólica, fotovoltaica, energía solar térmica y oceánica. Por ejemplo, Seahorse Energy, una compañía creada como un negocio experimental por el más prominente centro de investigación de Brasil, el Instituto Alberto Luiz Coimbra para Posgrados en Investigación e Ingeniería, dentro de la Universidad Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), posee cuatro patentes en energía de olas y corrientes. Los investigadores también se han enfocado en baterías y células de combustible, sistemas de energía, redes inteligentes, captura y secuestro de carbón, optimización de transmisión energética y eficiencia energética.

Brasil supera a otros países latinoamericanos en desarrollo tecnológico en general y en desarrollo de energías limpias en particular. Son los brasileños quienes han presentado la mayor cantidad de solicitudes de patentes en la región, incluyendo patentes en energía limpia (véase figuras 6 y 7). El gobierno ha acelerado el proceso de patentar tecnologías verdes mediante la iniciativa de patentes verdes, bajo la cual ya se les han otorgado 69 patentes.<sup>10</sup>

**FIGURA 4: CANTIDAD DE RESIDENTES Y NO RESIDENTES SEGÚN OFICINA DE SOLICITUD, TOTAL DE SOLICITUDES DE PATENTES (DIRECTAS Y REGISTROS POR FASES NACIONALES PCT)\***

Fuente: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO)



\*Residente: el término "residente" es utilizado para aquellas presentaciones realizadas por solicitantes en sus oficinas domésticas. La oficina doméstica puede ser nacional y/o regional. Por ejemplo, una presentación solicitada con la Oficina de

Patentes de Japón (JPO) por un residente de Japón es considerada una solicitud de residente. Las solicitudes de residente son en algunos casos referidas como solicitudes domésticas.

A diferencia de la mayoría del resto de los países latinoamericanos, el sector privado juega un rol predominante en energías limpias en Brasil, dedicando significativos recursos financieros a la investigación y el desarrollo. Esto ha conducido al establecimiento de un sector privado líder en centros de investigación y significativo en cuanto a los vínculos financieros y operacionales entre compañías, universidades e institutos independientes de investigación. Petrobras, la gran petrolera estatal de Brasil, ha jugado un rol importante en cuanto al desarrollo de energía limpia. La compañía financia biocombustibles y otras investigaciones en energía limpia mediante su rama de tecnología e innovación, CENPES. Acuerdos con grandes jugadores extranjeros, incluyendo a Shell y a la empresa italiana Beta Renewables, han favorecido el acceso a mercados internacionales para las compañías brasileñas de biocombustibles.<sup>11</sup>

## **CONDUCIENDO LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

El gobierno ha sido una de las mayores fuerzas en impulsar el desarrollo de energía limpia en Brasil. El gobierno provee de incentivos para la innovación en energía limpia ya sea directamente mediante recursos financieros, préstamos a bajas tasas de interés o regulaciones sobre las industrias eléctricas impulsando las inversiones en investigación y desarrollo.

El gobierno brasileño provee substanciales recursos financieros directamente a actividades de investigación y particularmente a universidades públicas, siendo la bioenergía el sector que más recursos recibe. Por ejemplo, el gobierno provee financiamiento al Laboratorio Nacional de Ciencia y Tecnología en Bioetanol una red de laboratorios que desarrolla actividades en relación al bioproducto, como por ejemplo la automatización de bajo impacto en la producción de caña de azúcar, evaluación de utilización de biomasa y sustentabilidad en los procesos de producción.

El gobierno también tiende a utilizar al Banco de Desarrollo de Brasil, BNDES, como medio para otorgar créditos baratos al sector privado destinados a proyectos de infraestructura sustentable.<sup>12</sup> A pesar de que estos fondos han en muchos casos apoyado a tecnologías de energías limpias desarrolladas en el exterior y aplicadas en Brasil, también ha habido casos en que han apoyado al desarrollo tecnológico dentro de Brasil. BNDES además brinda un financiamiento preferencial para proyectos que emplean tecnologías brasileñas de bioenergía en el extranjero, como por ejemplo el equipamiento para la biorefinería.

El gobierno brasileño también ha puesto en marcha regulaciones con el fin de incentivar la innovación del sector privado en la industria de electricidad limpia. La mayoría de las empresas de distribución, transmisión o generación eléctrica deben contribuir un porcentaje de sus ingresos al Programa de Desarrollo e Investigación del Sector Eléctrico Brasileño. En contraste a la investigación puramente académica, que permite un alto nivel de libertad y autonomía, la ley exige a estos proyectos del sector eléctrico que proporcionen metas y resultados bien establecidos. Las áreas de prioridad incluyen fuentes alternativas de generación eléctrica, eficiencia energética y planeamiento de sistemas de energía eléctrica, operación y control. Los proyectos han incluido el desarrollo de sistemas solares, biogás proveniente de desechos líquidos y tecnologías de energía eólica doméstica.

## DESAFÍOS

Mientras que el prominente rol de sector privado ha sido crítico para impulsar la innovación, las grandes compañías ocupan una fracción desproporcionada en lo que es energía limpia, desplazando a potenciales actores privados más pequeños y desalentando el surgimiento de una cultura brasilera dinámica de start-ups en tecnologías limpias. Asimismo, estas grandes compañías suelen enfocarse principalmente en sus actividades principales. Como consecuencia, la propiedad intelectual en energía limpia que alcanza la comercialización se encuentra concentrada en pocas áreas privilegiadas. Los grandes actores también dominan el acceso a los grupos de mano de obra calificada, suministros e insumos tecnológicos y al escaso capital privado para investigación e innovación en energías limpias.

Más allá del espacio de la bioenergía, los éxitos de Brasil en lograr pasar de la propiedad intelectual al mercado o a la manufactura de tecnologías en energía limpia han sido limitados. En cuanto a la energía eólica, por ejemplo, las firmas brasileras producen únicamente los componentes menos valiosos como la torre y las palas. En términos de energía solar, las empresas brasileras se encuentran involucradas principalmente en las etapas iniciales del proceso, incluyendo la minería y purificación del silicio y el montaje e instalación de los paneles. Sin embargo se encuentran ampliamente ausentes en los procesos intermedios y tecnológicamente intensivos donde la innovación suele ocurrir. Incluso con la hidroelectricidad, un recurso renovable sobre el cual Brasil ha dependido durante mucho tiempo, las empresas locales se han involucrado principalmente en la construcción de las represas en lugar de enfocarse en la producción tecnológicamente intensiva de las turbinas hidroeléctricas.<sup>13</sup>

Brasil aún enfrenta una amplia brecha entre el desarrollo tecnológico y su comercialización. Los actores involucrados en tecnología energética, principalmente aquellos pequeños y medianos no involucrados en bioenergía, enfrentan innumerables desafíos en poder llevar sus descubrimientos al mercado. El excesivo tiempo y altos costos de iniciar negocios y asegurar la protección de propiedad intelectual en Brasil genera un gran peso sobre las firmas de menor tamaño en cuanto a sus capacidades de poder comercializar sus descubrimientos. Asegurar la protección de patentes a través del Instituto de Propiedad Industrial Brasileiro (INPI) suele llevar varios años. Si bien el INPI ha trabajado en los últimos años para reducir estas demoras a través de la iniciativa de patentes verdes<sup>14</sup>, Brasil aún se encuentra rezagado con respecto a mercados como el de los Estados Unidos o Europa.<sup>15</sup> Las start-ups brasileras también enfrentan numerosas barreras de acceso al capital y al financiamiento en sus etapas iniciales. Los bancos domésticos ofrecen altas tasas de interés por sus instrumentos libres de riesgo o de bajo riesgo, desalentando inversiones de alto riesgo en el sector tecnológico de energías limpias. El código impositivo brasileiro tampoco favorece a las medianas y pequeñas firmas, mientras que las obligaciones impuestas sobre los equipos científicos importados continúan obstaculizando a los investigadores brasileros.

## CONCLUSIÓN

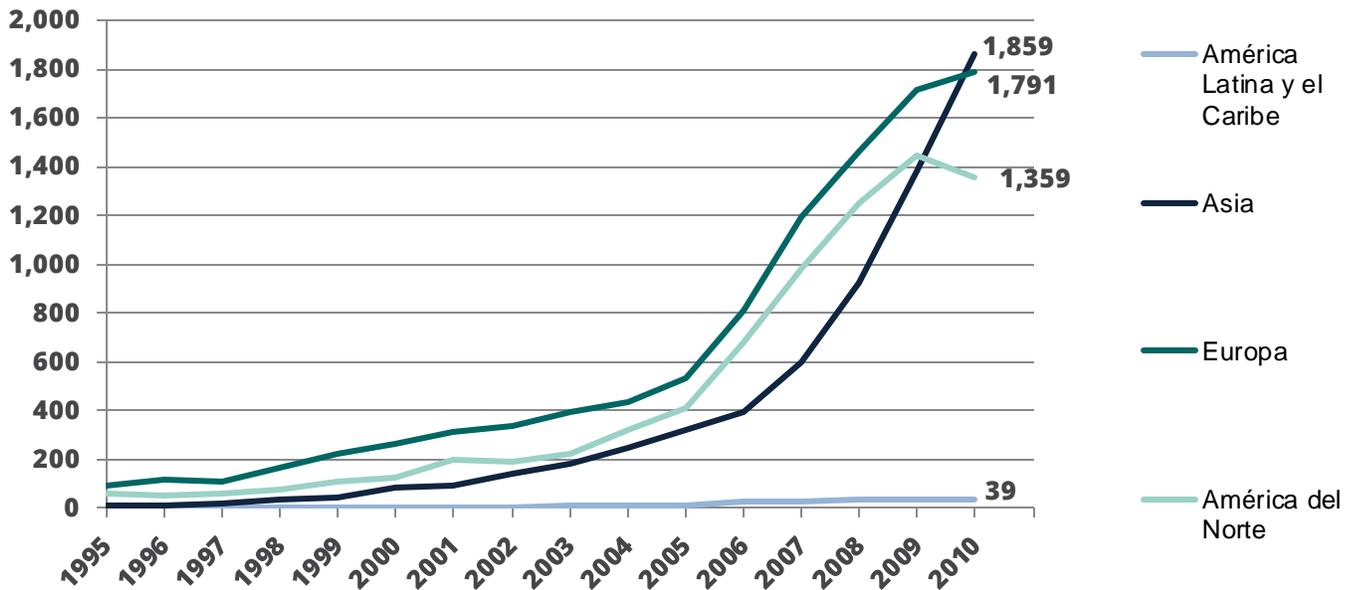
El relativo éxito de Brasil en cuanto a tecnología en energías limpias proviene de su temprano inicio en la biotecnología, ya décadas atrás, lo cual estableció una duradera cultura de apoyo público, académico y

privado para la investigación y desarrollo de energías limpias que también ayudó a promover la exploración de otras áreas de energía limpia como la energía solar, oceánica o hidroeléctrica de tamaño pequeño. Sin embargo, la bioenergía continúa siendo la excepción en Brasil. Ninguna otra fuente de energía involucra una cantidad tan elevada de investigadores o fondos. Mientras que la participación de grandes compañías agrícolas brasileras ha acelerado el desarrollo en tecnologías de bioenergía, también ha desplazado a otras empresas incipientes y ha establecido altas barreras de ingreso en otras áreas de tecnología limpia, privando a estas pequeñas empresas tanto de fondos como también de investigadores e infraestructura.

El gobierno de Brasil puede tomar medidas para abordar los desafíos que enfrentan las start-ups en energía limpia, por ejemplo mediante la reducción de impuestos y tarifas y un proceso de agilización burocrática. Si Brasil logra dirigir su enfoque a las pequeñas y medianas empresas con estas medidas la innovación en energía limpia tendrá más posibilidades de prosperar.

**FIGURA 5: PCT SOLICITUD DE PATENTES: GENERACIÓN DE ENERGÍA DE FUENTES RENOVABLES Y NO COMBUSTIBLES**

Fuente: Estadísticas OCDE (2014)



\*Nota: Norteamérica no incluye México.

## MÉXICO

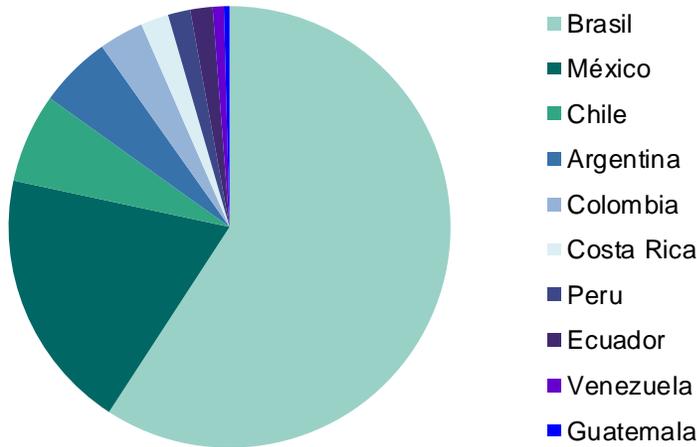
México ha desarrollado varias políticas para promover la innovación en energía limpia mediante financiamiento público y privado para su investigación y desarrollo con el objetivo de incrementar la oferta de tecnologías de energía limpia, como también mediante legislación en busca de incentivar la demanda de mercado para dichas tecnologías. A pesar de que el nivel de volumen de propiedad intelectual de México continúa siendo bajo en comparación al de China, India, Brasil u otros mercados emergentes, las universidades y centros de investigación del país han patentado una cantidad de tecnologías innovadoras en energía limpia. A pesar de estos esfuerzos, México muestra muy poca

evidencia en la comercialización de tecnologías de energía limpia, debido en gran medida a los débiles vínculos entre la academia y el sector privado, escasa inversión y al inadecuado cumplimiento de regulaciones en materia de energía renovable y eficiencia energética.

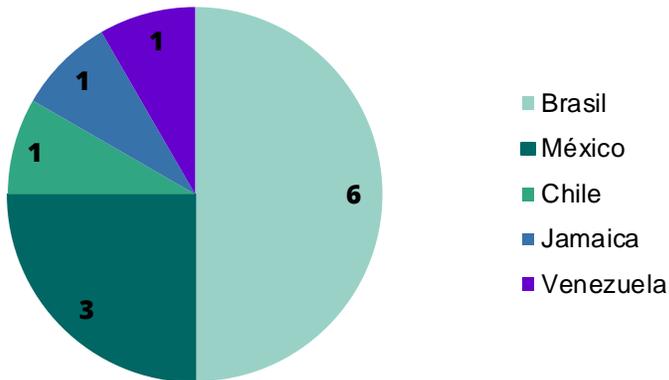
**FIGURA 6: PCT SOLICITUD DE PATENTES PARA TECNOLOGÍAS DE GENERACION DE ENERGÍA UTILIZANDO RECURSOS DE COMBUSTIBLES NO FOSILES (1995-2011)**

Fuente: Estadísticas OCDE (2014); Análisis: CAF – Banco de Desarrollo de América Latina

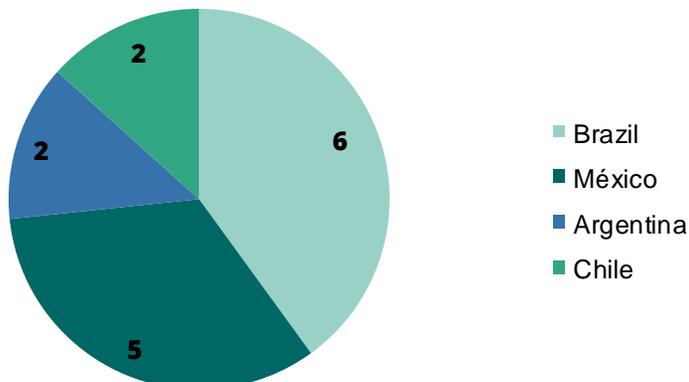
**PCT SOLICITUDES DE PATENTES PARA TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA UTILIZANDO RECURSOS DE COMBUSTIBLES NO FÓSILES**



**PCT SOLICITUDES DE PATENTES PARA TECNOLOGÍAS DE COMBUSTIÓN CON POTENCIAL DE MITIGACIÓN (1995-2011)**



**PCT SOLICITUDES DE PATENTES PARA EDIFICIOS Y TECNOLOGÍAS DE EFICIENCIA EN ENERGÍA DE ILUMINACIÓN (1995-2011)**



## **DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ENERGÍA LIMPIA**

México ya cuenta con una cantidad de patentes en tecnologías de energía limpia, como también un número de solicitudes de patentes en progreso. Muchas de estas se enfocan en fuentes de energía renovable, como por ejemplo la energía solar o eólica y en eficiencia energética. Los esfuerzos en innovación incluyen tecnologías para refrigeración solar, hornos solares e iluminación solar como también tecnologías que permitan recuperar el calor que escapa de los hornos de calcinación. Sin embargo, la mayoría de estas tecnologías no han alcanzado su etapa de comercialización. Las start-ups mexicanas han sido más exitosas en la comercialización de tecnologías de biodiesel, a pesar de que estas empresas son muy pequeñas en escala y su impacto en el mercado es limitado. Una patente de Green Zone, una compañía de tecnología energética mexicana, cubre los usos del aceite vegetal renovable para reducir la viscosidad de los hidrocarburos pesados, eliminando la necesidad de inyectar vapor y compuestos químicos derivados del petróleo y al mismo tiempo reduciendo costos. Más recientemente, el país ha destinado un financiamiento significativo al desarrollo de tecnologías geotérmicas a través de su Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica. Por ser una región volcánica, México cuenta con un significativo potencial geotérmico, una fuente de energía estable que puede complementar a otras fuentes intermitentes como la energía solar o eólica.

Las numerosas universidades y centros de investigación de México que trabajan en el desarrollo de tecnologías de energía limpia contribuyen a la creación de propiedad intelectual mediante la capacitación de ingenieros electromecánicos, industriales y químicos. La mayoría de los investigadores de tecnologías de energía limpia que solicitan patentes poseen un título en alguna de estas áreas. Algunas de las organizaciones líderes en el desarrollo de patentes de energía limpia han sido universidades públicas, incluyendo al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana y el Instituto Politécnico Nacional.

## **CONDUCIENDO LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Para incrementar la oferta autóctona de tecnología en energía limpia en el mercado, el estado mexicano ha asignado recursos financieros mediante el Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACYT), en colaboración con otras entidades públicas como por ejemplo el Secretaría de Energía y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para proveer inversiones a compañías de tecnología en energía limpia en su estado incipiente. El CONACYT al mismo tiempo coinvierte junto con los gobiernos estatales en innovación tecnológica en energía limpia enfocada localmente y apropiada regionalmente, principalmente en energía solar, eólica, residuos orgánicos y de biomasa. Adicionalmente, el gobierno ha establecido incentivos impositivos para nutrir la investigación y el desarrollo científico y tecnológico, como también para estimular la innovación y el emprendimiento en tecnologías de energía limpia. Múltiples fondos de inversión privados en México han provisto de inversiones en las primeras etapas de compañías de tecnologías en energía limpia, utilizando únicamente capital o financiamiento público y privado como un vehículo de coinversión.

El marco legal y regulatorio mexicano también impulsó la oferta de tecnologías en energías limpias mediante estatutos como por ejemplo la Ley de Ciencia y Tecnología, con el objetivo de crear polos

tecnológicos basados en universidades así como también establecer depósitos de información tecnológica y científica en instituciones de alto nivel educacional o de investigación. En el 2015, la UNAM en conjunto con la firma mexicana Green to Energy (G2E) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, lanzaron el Centro de Transferencia Tecnológica de Gasificación de Biomasa, el cual investiga soluciones de biomasa que sean viables para las condiciones en México. Adicionalmente, varios programas tanto a nivel federal como a nivel estatal promueven la iniciativa empresarial, incluyendo a la tecnología en energía limpia, proveyendo a los emprendedores con asistencia técnica, proyección y oportunidades de networking

Para impulsar la demanda de energía limpia, el estado mexicano ha establecido varios mecanismos para incentivar las soluciones de tecnologías de energía limpia entre los consumidores, empresas y otros segmentos del mercado. Estos mecanismos incluyen incentivos fiscales como impuestos sobre la venta o importación de ciertos hidrocarburos basándose en el contenido de carbón, como también normas impositivas permitiendo la depreciación acelerada de activos de generación de energía renovable.

La reforma energética de México, aprobada por el congreso en diciembre del 2013, también provee incentivos para la demanda de energía limpia. La reforma incluye generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a actores privados que compiten con el CFE. Esto espera abrir el camino para una mayor competencia en el mercado de energía eléctrica, reduciendo costos incluso para la generación de energía renovable. Otra ley dentro de la reforma también exige a ciertos participantes del mercado energético a adquirir certificados de energía limpia de generadores de energía renovable. La Ley de Energía Geotérmica, otro componente de la reforma, establece ciertas guías operacionales para los propietarios de licencias, promoviendo la innovación en técnicas de exploración y producción de energía geotérmica. Otras leyes, como por ejemplo aquellas que establecen estándares de eficiencia energética y la necesidad de los organismos públicos de incluir criterios en cuanto a las opciones de tecnologías de baja emisión y eficiencia energética en la adquisición de las licitaciones, también promoverían la demanda de energía limpia.

Adicionalmente, las leyes y regulaciones sobre asociaciones público-privadas a nivel estatal o federal han permitido una mayor participación del sector privado en la construcción y administración de infraestructura y la provisión de servicios públicos. Las asociaciones público-privadas son vehículos comunes para que actores del sector privado puedan proporcionar generación de energía eléctrica renovable e iluminación de calle con energía eficiente.

## **DESAFÍOS**

Pese a estos avances, México ha mostrado un rendimiento mediocre en cuanto a las inversiones en investigación y desarrollo, participación del sector privado y en la utilización de la propiedad intelectual como una ventaja competitiva por parte de empresas de tecnología. La investigación mexicana carece de un enfoque de mercado tecnológico, principalmente debido a los débiles lazos entre la academia y la industria. Además, las start-ups mexicanas de energía limpia han luchado para conseguir capital, exportar tecnologías o invertir en escalamiento. Asimismo, las débiles regulaciones gubernamentales para promover la energía renovable y la energía eficiente indican que el mercado de energía limpia en México es pequeño.

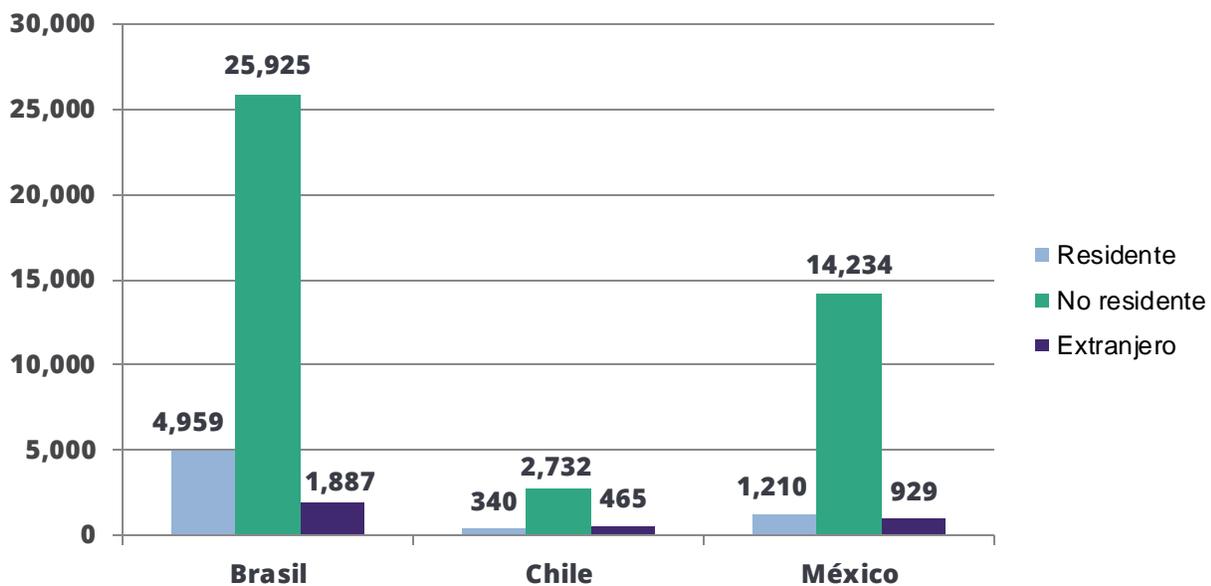
El mayor desafío para México es que la innovación tecnológica en energía limpia que se está dando en el país no logre abordar necesidades específicas del mercado. En otras palabras, la oferta en tecnología de energía limpia raramente logra coincidir con la demanda. Una razón para esto es que una cantidad significativa de financiamiento público para innovación en energía limpia se distribuye a través del CONACYT, una institución con fuertes lazos financieros e institucionales con la academia.

Investigadores y profesores supervisores, a pesar de ser altamente capaces en sus respectivas áreas, a menudo carecen de lazos para comprender como la investigación de laboratorio puede eventualmente transformarse en productos y servicios comercialmente viables. El estilo académico de becas provee pocos incentivos para los ingenieros y científicos en tecnologías limpias para adaptar la investigación y desarrollo a las necesidades del mercado. Asimismo, pocos académicos e instituciones de investigación requieren que sus ingenieros e investigadores en energía limpia se involucren en la industria mediante pasantías, limitando de este modo su exposición a las necesidades industriales y a prácticas oportunidades comerciales.

Adicionalmente, en contraste con el modelo de la mayoría de los centros académicos e instituciones en los Estados Unidos, las instituciones mexicanas normalmente retienen su propiedad intelectual para el desarrollo de tecnologías dentro de su institución, como también suelen retener total o parcialmente sus asociadas regalías. Este modelo debilita el incentivo de ingenieros e investigadores en estas áreas a desarrollar propiedad intelectual en tecnologías de energía limpia con un valor comercial significante.

**FIGURA 7: CANTIDAD DE RESIDENTES Y NO RESIDENTES SEGÚN OFICINA DE SOLICITUD, SOLICITUD TOTAL DE PATENTES (DIRECTAS Y REGISTROS POR FASES NACIONALES)\***

Fuente: Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO)



**\*Residente:** el término "residente" es utilizado para aquellas presentaciones realizadas por solicitantes en sus oficinas de propiedad intelectual domésticas. La oficina doméstica puede ser nacional y/o regional. **No Residente:** el término "no residente" corresponde a una presentación solicitada en cierto país o jurisdicción por un solicitante no residente en dicho país. **Extranjero:** el término corresponde a una presentación solicitada por un residente de cierto país o jurisdicción con una oficina de patentes de otro país o jurisdicción.

El concepto de conglomerados de innovaciones en México continua siendo incipiente, a pesar de que investigadores, universidades, emprendedores e inversores en conjunto con políticas del gobierno federal, apoyan la innovación tecnológica de enfoque regional, en vistas de poder proporcionar productos comercialmente viables para el mercado.<sup>16</sup>

Asimismo el capital de riesgo destinado al desarrollo tecnológico en México es muy limitado, en especial comparado a aquel predestinado a lugares como Silicon Valley en California y sólo un porcentaje pequeño de este capital de riesgo asignado al desarrollo tecnológico en México es específicamente para energía limpia. Por el contrario, gran parte del capital de riesgo en México es asignado a proyectos para implementar tecnologías de energía limpia desarrolladas fuera del país, como por ejemplo la instalación de parques eólicos y solares. Sin acceso al capital de riesgo, las start-ups de tecnología limpia enfrentan restricciones de liquidez durante los largos periodos de tiempo que puede llevar desarrollar una innovación a un producto financieramente viable. Las start-ups de tecnología limpia también enfrentan el clásico interrogante del mercado medio en lo que respecta al capital de riesgo, en el cual necesitan un capital inicial demasiado alto para los fondos de capital a los que estas empresas suelen tener acceso. Al mismo tiempo, las inversiones también son muy altas para las empresas de capital de riesgo mexicanas, dados los altos costos de agencia asociados a dichos tipos de inversión.

Además, la débil ejecución de regulaciones en materia del medio ambiente, de integración de energías renovables y de eficiencia energética limita los incentivos de desarrollar tecnologías de energía limpia adaptadas al contexto mexicano.

## **CONCLUSIÓN**

Aunque los investigadores y emprendedores mexicanos han tenido que luchar por crear start-ups de energía limpia exitosas, el país muestra un gran potencial para impulsar la innovación en energía limpia. El reciente compromiso de México por duplicar sus gastos en investigación y desarrollo de energía limpia durante los próximos cinco años es un paso importante. Sin embargo este financiamiento debe ser destinado al desarrollo de productos y servicios comercialmente viables que satisfagan las necesidades del mercado.

## **CHILE**

Enfrentando un pronunciado proyecto de ley para las importaciones de gas natural y una creciente oposición a nuevas represas hidroeléctricas, Chile tiene importantes incentivos para incrementar la generación de energía mediante fuentes renovables no convencionales, así como también para mejorar la eficiencia energética. Sin embargo, aunque investigadores chilenos han patentado y comercializado una cantidad de tecnologías de energía limpia que utilizan fuentes renovables como biomasa, energía oceánica y solar, como también soluciones de eficiencia energética, Chile continua muy atrasado con respecto a sus vecinos Brasil y México. La facilidad de importar tecnologías desarrolladas en el extranjero, debido al tamaño pequeño del mercado chileno y a su apertura al comercio internacional, parecen haber reducido los incentivos a la innovación. El rol dominante del financiamiento público y universidades públicas también ha restringido la inversión privada en el sector de energía limpia.

## **DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ENERGÍA LIMPIA**

Basándose en sus ventajas naturales, desde más de 8.000 kilómetros de costa hasta un extenso y soleado desierto en el norte y centro de Chile, el país ha establecido un número de centros de investigación de primer nivel trabajando en el desarrollo de tecnologías en energías renovables. El sistema universitario chileno juega un rol preponderante en la innovación de la investigación y el desarrollo de energías limpias, acogiendo centros de investigación y proporcionando investigadores y fondos a terceros centros. Adicionalmente, las universidades suelen asociarse con compañías privadas en esfuerzos de investigación y desarrollo asociados a las competencias principales de dichas compañías. Por ejemplo, la gran industria minera chilena se asocia con universidades para desarrollar proyectos de energía renovable para operaciones mineras.

Chile ha sido durante tiempo, el hogar para muchos centros de investigación enfocados en biomasa, pero en los años recientes, energía solar, eólica, oceánica y geotérmica también han ganado lugar. El Centro de Excelencia Geotérmica de Los Andes de Chile, modela sistemas geotérmicos a lo largo de la región montañosa andina, incluyendo la interacción entre temperatura, agua y rocas, geología estructural y tectónica, sistemas magmáticos y geofísica. En energía oceánica, el Centro de Investigación e Innovación de Energía Marina se enfoca en energía de marea y olas con un foco en condiciones costeras locales. Start-ups de tecnología limpia exitosas incluyen a Wilefko, una compañía chilena que desarrolla y patenta un motor impulsado por energía de olas que ha avanzado a su etapa comercial.<sup>17</sup> La investigación en el Centro Chileno de Investigaciones en Energía Solar incluye el uso de energía solar para la industria y la minería, coordinación de sistemas solares para comunidades rurales y urbanas, como también almacenamiento de energía solar y tratamiento de aguas. La empresa chilena Calder adquirió una patente de ECOPANEL, un panel solar termal que está actualmente vendido e instalado en Chile. Sin embargo, estas historias exitosas están entre los pocos ejemplos de tecnologías de energía limpia que han alcanzado el nivel de comercialización.

## **CONDUCIENDO LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

El gobierno chileno estimula la innovación a través de políticas orientadas a la formación de capital humano, la promoción de investigación científica e el incentivo de la innovación corporativa. Basándose en los aportes del sector público, investigadores científicos, academia y la comunidad empresarial, organismos gubernamentales como el Consejo Nacional de la Innovación para la Competitividad y el Comité de Ministros de Innovación formulan políticas que benefician a las universidades, institutos de investigación y compañías en el espacio de energía limpia.

El sector público es el principal proveedor de fondos para la investigación y el desarrollo, mientras que los recursos privados también fluyen hacia las tecnologías de energía limpia. Chile posee varios fondos para apoyar la investigación y el desarrollo, que son secundados por el estado y que están disponibles mediante procesos competitivos basados en la demanda por esa investigación, la fortaleza de la propuesta y la expectativa de poder movilizar la coinversión y el cofinanciamiento del sector privado. Por ejemplo, el Programa Hub de Transferencia Tecnológica de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) provee subsidios para la investigación y el desarrollo en sectores prioritarios, incluyendo energía. Similarmente, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile (CONICYT) ha provisto de recursos para la investigación y el desarrollo en tecnologías de bioenergía y energía solar. Sin embargo, Chile se encuentra retrasado en comparación a otros países de la OCDE en cuanto al gasto destinado a investigación y desarrollo como porcentaje del PBI.<sup>18</sup>

## **DESAFÍOS**

A pesar de un amplio financiamiento e incentivos del gobierno, el país tiene bajos niveles de inversión en innovación eléctrica y emprendimiento, de acuerdo a un informe sobre las perspectivas futuras de la energía sustentable en Chile, a cargo del Ministerio de Energía.<sup>19</sup> El estudio indica que el rol dominante de la inversión del sector público en las investigaciones relacionadas a la energía, genera diversos desafíos al desarrollo de tecnologías de energía limpia en Chile. La inversión pública en pocos casos está destinada hacia la investigación que tiene una clara ruta hacia la comercialización y muchas veces desplaza a inversiones del sector privado, conduciendo a un incremento de los precios. En cuanto al sector privado, los inversores y financistas chilenos son generalmente hostiles al riesgo, significando que el capital privado es escaso en las primeras etapas del desarrollo de tecnologías limpias.

Una base insuficiente para apoyar la investigación y el desarrollo en tecnología de energías limpias, como equipamiento de investigación e instalaciones donde llevar a cabo las actividades de investigación y desarrollo, inhibe el desarrollo de tecnología limpia. Chile también carece de polos tecnológicos con arreglos institucionales para facilitar la comunicación entre el sector público y privado y una vía entre la investigación académica y la aplicación industrial. Ese tipo de polos también promoverían la innovación en procesos, modelos de negocios, mercados para nuevos productos y servicios y transferencia tecnológica entre firmas domésticas y extranjeras. El país también necesita más profesionales altamente calificados así como también técnicos en las áreas de energía limpia, según el informe del ministerio.

## **CONCLUSIÓN**

Chile ha realizado en los últimos años grandes esfuerzos por transformar su consumo de energía en un consumo más verde, particularmente en la energía eléctrica mediante el despliegue de ya comprobadas tecnologías de energía renovable. Adicionalmente, el país está constantemente mejorando su eficiencia energética en sectores residenciales, industriales y comerciales. Sin embargo, su progreso en producir tecnologías de energía limpia comercialmente viables ha sido limitado.

Para abordar este retraso, el estado chileno debería perseguir políticas para incrementar las inversiones totales, al mismo tiempo asegurándose de que el sector privado tome la delantera, tal vez mediante una mayor oportunidad de alianzas público-privadas, coinversión, incentivos fiscales y polos tecnológicos que incluyan a los sectores público, industrial, comercial y académico. Hay ventajas económicas para los mercados pequeños como Chile para importar tecnologías diseñadas en el extranjero en lugar de desarrollar las propias. Sin embargo, Chile posee abundantes oportunidades para desarrollar tecnologías de energía limpia únicas que calcen mejor con las necesidades del contexto local o se basen en las ventajas comparativas del país así como lo son el océano y los recursos solares.

## RECOMENDACIONES

Como los tres casos de estudio demuestran, incluso los países líderes en energía limpia de América Latina se encuentran muy retrasados con respecto a otras regiones del mundo. Sin embargo, los países latinoamericanos tienen grandes oportunidades de expandir la innovación en energía limpia mediante diversas políticas incluyendo:

- **MEJORAR LOS VÍNCULOS CON ACTORES INDUSTRIALES INTERNACIONALES:**

Los países latinoamericanos deben expandir sus vínculos entre la industria y la academia, pero podría resultar más efectivo conectar a investigadores con actores privados externos que poseen más experiencia que las firmas domésticas en marketing así como también en exportación de tecnologías. Los investigadores latinoamericanos deben también patentar más de sus tecnologías en mercados extranjeros más extensos para incrementar su exposición a compañías externas e incrementar sus regalías. Los vínculos con la industria internacional y los mercados también ayudaran a las start-ups de América Latina a ganar acceso al capital internacional.

- **FORTALECER POLÍTICAS QUE IMPULSEN LA DEMANDA DOMÉSTICA:**

Para incrementar la demanda por tecnologías de energía limpia autóctonas, los países latinoamericanos podrían establecer programas de adquisiciones públicas que requieran de entidades gubernamentales comprando ciertos porcentajes de las tecnologías innovadoras derivadas de esfuerzos de investigación y desarrollo nacionales. Este tipo de políticas podría ser la forma más eficiente de crear un mercado doméstico y que este permita a compañías, particularmente aquellas pequeñas, a vender sus tecnologías patentadas así como a probar sus prototipos.

- **REORIENTAR LOS ESFUERZOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO:**

La mayoría de los gobiernos en la región deben aumentar el porcentaje de PBI destinado a la investigación y el desarrollo para impulsar la innovación en su totalidad (América Latina invierte sólo un 0,82% de su PBI en investigación y desarrollo en contraste con un 1,84% de Asia y un 2,1% de los Estados Unidos). En materia de energía limpia, los países podrían beneficiarse mediante un re direccionamiento de una parte pequeña de la inversión en investigación y desarrollo hacia proyectos a base de ingeniería que podrían incrementar las capacidades de investigación en áreas relacionadas a la energía.

## FUENTES

1. "2015 California Green Innovation Index," Next 10 (2015): 44.
2. "2015 California Green Innovation Index," Next 10 (2015): 41.
3. "IEA: Clean-energy innovation essential to meeting climate goals," PV Magazine, May 4, 2015.
4. "2015 California Green Innovation Index," Next 10 (2015): 5.
5. "2015 California Green Innovation Index," Next 10 (2015): 44.
6. "Iniciativa Regional de Patentes Tecnológicas para el Desarrollo: Estado de la Innovación Tecnológica en el Sector de Energía por Regiones," CAF Development Bank of Latin America (2014): 5.
7. Mirei Isaka, "Intellectual Property Rights: The Role of Patents in Renewable Energy Technology Innovation," International Renewable Energy Agency (2013): 17.
8. Michele Parad, Stefan Henningsson, Tabaré A. Currás and Richard Youngman, "The Global Cleantech Innovation Index 2014," World Wildlife Foundation, Cleantech Group (2014): 17-18.
9. Michele Parad, Stefan Henningsson, Tabaré A. Currás and Richard Youngman, "The Global Cleantech Innovation Index 2014," World Wildlife Foundation, Cleantech Group (2014): 39.
10. Instituto Nacional da Propiedade Industrial, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, "Solicitações apresentadas e as Patentes Verdes já deferidas" Governo do Brasil (2015).
11. "Raizen breaks ground on logen facility in Brazil," logen Corporation, November 28, 2013.
12. "Plano Inova Energia," O banco nacional do desenvolvimento (BNDES).
13. Ricardo Abramovay, "Como o Brasil afasta-se da inovação energética," Outras Palavras, August 3, 2015.
14. Instituto Nacional da Propiedade Industrial, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, "Patentes Verdes" Governo do Brasil (2015).
15. "Demora na concessão de patentes desestimula a inovação industrial," AMCHAM Brasil, June 17, 2015.
16. Luis Aguirre-Torres, Rodrigo Gallegos Toussaint, Vanessa Pérez-Cirera, Jonathan Pinzón Kuhn and Fernando Rangel Villasana, "Cleantech México 2015: Panorama y recomendaciones para impulsar la ecoinnovación nacional," World Wildlife Foundation, GreenMomentum, IMCO (2015): 30.
17. Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, "Eduardo Egaña: El mayor logro personal es haber concitado el interés de tantas personas," Gobierno de Chile, March 30, 2015.
18. "Inversión de Chile en I+D crece, pero aún es la más baja de la OCDE con un 0,39% del PIB," Economía y Negocios Online, January, 28, 2015.
19. Comité Consultivo de Energía 2050, Ministerio de Energía, "Hoja de Ruta 2050: Hacia una energía sustentable e inclusive para Chile," Gobierno de Chile, (2015): 46.

# Programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas

El Programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas busca mejorar la comprensión de temas de política energética en América Latina a través de investigaciones, análisis y reuniones privadas. A través de estudios analíticos y objetivos, convocando a líderes políticos, empresarios y expertos de la industria, el programa fomenta debates de política sobre la inversión y el desarrollo sustentable de los recursos naturales.

## **Lisa Viscidi**

**Directora de Programa**

**Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas**

**Inter-American Dialogue**

**@lviscidi**

**[lviscidi@thedialogue.org](mailto:lviscidi@thedialogue.org)**

**ENERGY & RESOURCES COMMITTEE**

