



CÓMO LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS
ESTÁN TRANSFORMANDO LA
ENERGÍA
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



Energía

Economía digital



INTRODUCCIÓN

La región de América Latina y el Caribe (ALC) se encuentra en medio de una revolución digital, y estamos convencidos de que las innovaciones tecnológicas tienen el potencial de acelerar y escalar significativamente el desarrollo de la región. Estas tecnologías están reconfigurando tanto sectores tradicionales como industrias de vanguardia. En este contexto, el objetivo principal de este informe es presentar de manera estructurada las tecnologías disruptivas que están revolucionando cada uno de los sectores donde opera BID Invest. Los nuevos modelos de negocio emergentes serán evaluados a través del prisma del desarrollo económico y social, pilar central del Grupo BID.

La selección de estos modelos priorizará la inclusión, la productividad y la innovación, abordando cuestiones transversales como la sostenibilidad ambiental, el cambio climático y la igualdad de género.

Si bien las nuevas tecnologías ofrecen inmensas oportunidades para impulsar eficiencia y abrir nuevas vías de generación de valor, también representan desafíos significativos en términos de gobernanza, seguridad y equidad. La rápida adopción de soluciones digitales ha intensificado la necesidad de establecer un marco regulatorio y de inversión robusto que permita maximizar los beneficios mientras se mitigan los riesgos. En este sentido, el papel de los diferentes agentes económicos y su capacidad para adaptarse y adoptar estas innovaciones se convierte en un aspecto crítico para catalizar el desarrollo económico y social sostenible.

A medida que exploramos el impacto y el potencial de diversas tecnologías clave en este informe, es esencial entender que no estamos ante un fenómeno aislado, sino parte de un ecosistema interconectado que evoluciona en complejidad y escala. Los avances en un área, como la Inteligencia Artificial o la Automatización, se retroalimentan y amplifican en sinergia con otros, como Big Data o Internet de las Cosas, creando un efecto multiplicador en la generación de valor. Este informe busca arrojar luz sobre cómo esta interconexión de tecnologías está redibujando el contexto económico y social en ALC, ofreciendo un análisis que va más allá de la situación actual para proyectar cómo las nuevas tecnologías continuarán modelando la región durante la próxima década.





CONTEXTO

ALC es una región rica en pluralidad de matrices energéticas tanto tradicionales como renovables, que ofrecen grandes oportunidades. A comienzos de 2023, la mayor concentración se produce alrededor de las hidroeléctricas, pero la mayoría de los países tienen las condiciones necesarias y son percibidos a nivel global como una fuente potencial de renovables.

Respecto a las fuentes más tradicionales como petróleo y gas, la región concentra el 20% y el 5% de las reservas mundiales respectivamente¹, lo que supone para los países que las poseen una importante fuente de ingresos y uno de los pilares de sus economías.

En cuanto a las energías renovables, han crecido de manera sostenida alrededor de un 70% durante la última década, y a cierre de 2021 representaban más del 60% de la capacidad instalada para la generación de electricidad en ALC¹. Este crecimiento no ha sido homogéneo, presentando marcadas diferencias entre los distintos países.

En este sentido, destacamos la labor de Brasil como líder tanto a nivel de capacidad instalada, ya que representa el 36% del total en la región, como a nivel de consumo doméstico, donde más del 50% proviene de fuentes renovables. En segundo lugar, en cuanto a capacidad instalada, pero a una distancia considerable se encuentra México, donde la generación de energías primarias vía renovables es menor al 12%², debido principalmente a la apuesta del gobierno actual por las energías fósiles.

¹ Panorama energético de América Latina y Caribe 2022, OLADE

² Statista

IMPORTANCIA DEL SECTOR

Desde la perspectiva del BID, la transición energética es uno de los principales objetivos estratégicos para la región, por lo que se busca impulsar iniciativas que fomenten la adopción de energías renovables, buscando convertir ALC en un *hub* de energía renovable, liderando el desarrollo de nuevas tecnologías limpias como el hidrógeno verde.

En un sentido más amplio, el sector energético es un sector estratégico para los países, ya que lograr la independencia energética les permite un ahorro muy importante para las arcas públicas, especialmente para aquellos países en la región que no cuentan con reservas de hidrocarburos. Además, el sector representa un motor de crecimiento y de desarrollo, generando un impacto relevante en creación de empleo y PIB.

En los últimos años, el sector está experimentando una profunda transformación que va a continuar durante la próxima década. La transición energética se ha situado en el centro del debate político, empresarial y social, mientras el conjunto de la sociedad está demandando dejar atrás la dependencia de combustibles fósiles para implementar un modelo basado en energías limpias.



RETOS Y OPORTUNIDADES

Los gobiernos de la región han establecido compromisos a medio y largo plazo muy ambiciosos en materia de transición energética, destacando RELAC, iniciativa nacida en 2019, en el marco de la Cumbre de Acción Climática de Naciones Unidas, con el objetivo de alcanzar al menos 70% de participación de renovables en la matriz eléctrica de la región a 2030³ y la iniciativa Net Zero 2050, que tiene como objetivo la generación de emisiones netas a lo largo de la cadena de valor energética: Generación, almacenamiento y distribución.

Cumplir con estos acuerdos supone un reto inmenso que requiere de la colaboración público - privada para conseguirse. En este sentido, los gobiernos deben establecer marcos regulatorios que fomenten y faciliten la transición energética, mientras que las empresas y grandes corporaciones refuerzan su compromiso con estas metas.

En un contexto de crecimiento constante de la demanda energética, que se espera triplique para 2050⁴, es esencial acelerar la adopción de fuentes renovables para reemplazar gradualmente a los combustibles fósiles en la generación de electricidad y biomasa.



A pesar de los avances en tecnologías de transición energética, persisten desafíos por resolver. Por un lado, tecnologías consolidadas como la solar y eólica han logrado economías de escala y alta adopción, pero aún deben abordar la intermitencia en la generación. Por otro lado, nuevas fuentes como el hidrógeno, la cual cuenta con todas las condiciones para su desarrollo en ALC, requieren mejoras en eficiencia y costos para su adopción generalizada.

También existen retos importantes en cuanto al almacenamiento de energía y su distribución, especialmente relacionados con reducir los costos de las baterías, aumentando su vida útil y su capacidad de reutilización, así como avances necesarios para hacer más accesibles y fomentar la adopción de *smart grids*, que requieren una fuerte inversión para modernizar las redes eléctricas anticuadas que proliferan en la región.

³ RELAC

⁴ Panorama energético de América Latina y Caribe 2022, OLADE



Desde la perspectiva de las oportunidades, la transición energética y la necesidad de cumplir los ambiciosos compromisos de sostenibilidad y descarbonización para 2050, permitirá la creación de nuevos puestos de trabajo enfocados en energías limpias, los denominados *green jobs*, que se calcula llegarán a 15 millones netos para el año 2030⁵ (ya contabilizando los puestos de trabajo relacionados con combustibles fósiles que se estarían perdiendo).

LA DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

El sector energético se encuentra en una situación crucial, en la que la convergencia de la digitalización y los avances tecnológicos desempeñan un papel clave para impulsar una transformación significativa.

Mientras que los avances tecnológicos proporcionan herramientas y capacidades para la generación, almacenamiento y distribución de energía, la digitalización implica la conversión de procesos y datos en formatos digitales, permitiendo la optimización y el control remoto. En conjunto, estos elementos colaboran para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en la transición del sector energético.

⁵ IDB-ILO report: Jobs in a net-zero emissions future in Latin America and the Caribbean

Descarbonización de la cadena de valor

De manera general, podemos dividir la cadena de valor del sector en 3 grandes bloques: Generación, almacenamiento y distribución de la energía. La ambición del sector es conseguir la neutralidad de carbono en cada una de estas etapas:

Entrando a detalle en los avances tecnológicos, se ha identificado una mayor eficiencia en la generación de energía, aumentando su confiabilidad. Se están derribando las barreras que antes requerían condiciones geográficas y climáticas muy particulares, permitiendo un funcionamiento eficiente en situaciones más comunes. Además, las economías de escala alcanzadas en la producción de la maquinaria han vuelto más asequibles estas tecnologías, impulsando aún más su adopción.

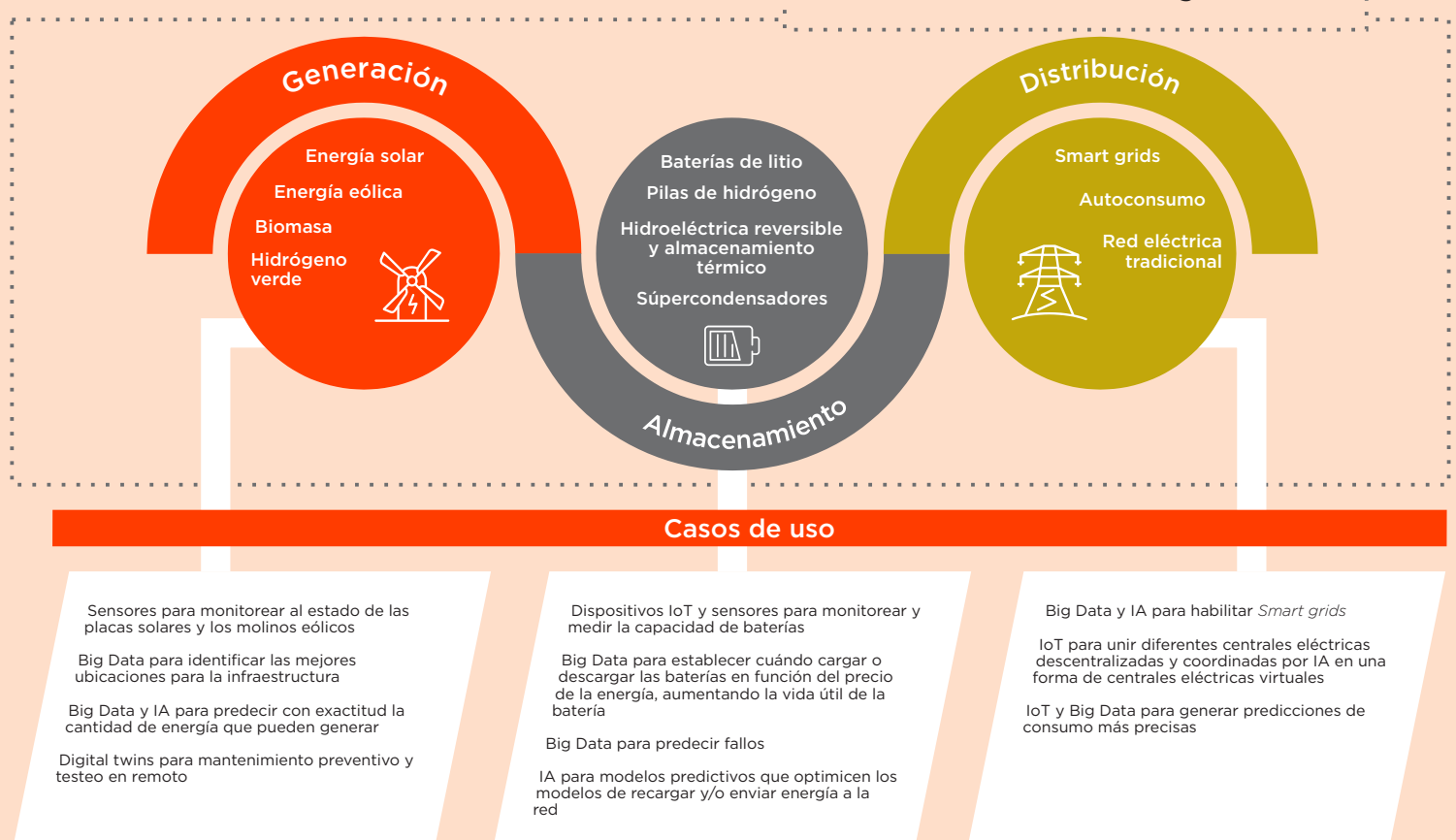
Respecto a las tecnologías cross, estas están optimizando la generación de energía, haciéndola más eficiente, segura y rentable. El uso de sensores que monitoricen de manera continua la infraestructura, unido al uso de digital twins, permite que el mantenimiento sea más preciso y eficiente, reduciendo su costo y el número de averías.

a) Generación

En esta etapa se ubican las tecnologías más maduras y con mayor adopción como hidroeléctrica, solar y eólica. Los avances en estas tecnologías están impulsando su adopción hasta alcanzar el 59%6 de la producción total de electricidad en la región.

Descarbonizar la cadena de valor

Soluciones a través de la digitalización



Blockchain para asegurar el origen "limpio" de la energía

Entrando a detalle en los avances tecnológicos, se ha identificado una mayor eficiencia en la generación de energía, aumentando su confiabilidad. Se están derribando las barreras que antes requerían condiciones geográficas y climáticas muy particulares, permitiendo un funcionamiento eficiente en situaciones más comunes. Además, las economías de escala alcanzadas en la producción de la maquinaria han vuelto más asequibles estas tecnologías, impulsando aún más su adopción.

Respecto a las tecnologías *cross*, estas están optimizando la generación de energía, haciéndola más eficiente, segura y rentable. El uso de sensores que monitoricen de manera continua la infraestructura, unido al uso de *digital twins*, permite que el mantenimiento sea más preciso y eficiente, reduciendo su costo y el número de averías.

A través del big data se pueden identificar cuáles son las localizaciones óptimas para la instalación. Este análisis puede complementarse con IA para predecir con exactitud la cantidad que se va a generar desglosada en función del horizonte temporal relevante en cada momento.

Para el correcto desarrollo de la región, es esencial encontrar un punto de equilibrio entre cumplir con los objetivos de descarbonización y el costo de la energía, lo que implica una transición lenta y controlada que no impacte de manera negativa sobre el poder adquisitivo de los ciudadanos ni a la competitividad de las empresas.



b) Almacenamiento

En un contexto donde la mayoría de las fuentes de energía renovable son intermitentes debido a condiciones externas incontrolables, el almacenamiento eficiente de energía se vuelve vital para alcanzar un modelo basado en estas fuentes al 100%.

Aunque las baterías de litio han experimentado una reducción de costos y una alta adopción en productos cotidianos, no son ideales para almacenar energía a largo plazo. Por lo tanto, es crucial explorar alternativas de almacenamiento

duraderas y asequibles para evitar obstáculos en la transición entre la generación y distribución de energía renovable.

El IoT permite medir en tiempo real la capacidad de las baterías, y la data recolectada puede utilizarse tanto para predecir cuándo puede fallar la batería como para fijar los mejores momentos para la carga o descarga de las mismas, optimizando su uso y alargando la vida útil de la batería.

Así mismo, la IA puede generar modelos predictivos avanzados que optimicen los momentos de carga y descarga en función del precio de la electricidad, consiguiendo reducir costos, ya que cargarían baterías adicionales cuando la electricidad está más barata, y descargarían esta energía en el momento que suba el precio.





c) Distribución

Una red de distribución más eficiente puede ahorrar costes y asegurar el suministro eléctrico tanto para consumo particular como industrial.

Para conseguirlo, es necesario la combinación de tecnologías emergentes como *IA*, *Big Data* e *IoT* para implementar sistemas *smart grid* que permitan optimizar la red de distribución.

La digitalización de la red abre la puerta al “autoconsumo” y aunque en este aspecto la región está muy lejos de Norteamérica o Europa, es necesario invertir en estas tecnologías y modernizar las redes para intentar mitigar las subidas de precio derivadas de la transición a renovables. Una idea interesante es buscar subvencionar esta transición liberalizando el mercado.

El reto en esta etapa será conseguir que el acceso a energías limpias no sea exclusivo de grandes núcleos urbanos, sino que llegue a zonas rurales que cuentan normalmente con infraestructuras deficientes y problemas de índole socioeconómico.

Es importante destacar que, en función de la evolución del coche eléctrico en la región, las redes de carga deberán de aumentar para hacer frente a esta nueva tendencia.



Tecnologías catalizadoras de la transición energética

Aprovechar los nuevos avances tecnológicos es esencial a la hora de migrar hacia fuentes de energía renovables, ya que permitirá a futuro conectar distintas matrices energéticas, incluso con posibilidades de exportación a otros mercados, generando redes más seguras y eficientes con una mejor distribución.

Tecnologías como la Inteligencia artificial, el *IoT* y el *Big Data* son cada vez más relevantes dentro del sector y permitirán a lo largo de la próxima década desarrollar sistemas energéticos altamente digitalizados capaces de

predecir la demanda y distribuir energía en esa dirección en el momento preciso y a un precio competitivo.

Los sistemas de energía tradicionales funcionaban en una única dirección, mientras que las nuevas tecnologías permiten un funcionamiento multidireccional, que aporta un mayor control y permite gestionar la demanda de forma más eficiente.

a) El Rol de la IA en la transición energética

El rápido desarrollo de la Inteligencia Artificial y su creciente adopción a nivel global también está permeando al sector energético en ALC, aunque en menor medida que en otras regiones como América del norte y Europa.

El potencial de la IA en el sector, especialmente como habilitador de la transición energética es enorme: Mayor seguridad, integración optimizada de diversas matrices energéticas, toma de decisiones inteligente en tiempo real, optimización de costos y gestión de la demanda son sólo algunas de las mejoras que la IA puede producir.

Nuevas soluciones basadas en IA están surgiendo a lo largo de la cadena de valor, como por ejemplo el uso de drones de largo alcance para el control de las redes aéreas. Sin embargo, para el sector pueda aprovechar todo su potencial, aún tiene que resolver su alto costo y la falta de talento con *expertise* en la tecnología.



b) Smart grids

El desarrollo de redes de distribución eléctrica inteligentes es todavía una tendencia en primeras fases de desarrollo, aunque cuenta con el potencial para revolucionar el sector energético, generando importantes mejoras en cuanto a gestión y control de la red, que pueden ser aprovechadas tanto a nivel residencial como industrial.

Una de las principales innovaciones que plantean los *smart grids*, es que mientras los sistemas de energía tradicionales funcionaban en una única dirección, esta nueva tecnología permite un funcionamiento multidireccional, que aporta un mayor control y permite gestionar la demanda de forma más eficiente. La red eléctrica actual es uno de los principales problemas para la distribución de la energía en

la región, ya que los centros de generación de energías renovables se encuentran normalmente lejos de los grandes núcleos urbanos, lo que implica la necesidad de distribuir la energía largas distancias. A este reto se suma la mala calidad de la infraestructura eléctrica, que pierde alrededor del 15% de la energía que transporta, lo que la convierte en una de las peores a nivel global.⁶

El crecimiento de los *smart grids* en la región sería un avance importante para el sector en un punto crítico como la distribución de electricidad, dónde actualmente encontramos redes antiguas, tecnología obsoleta o mallados inexistentes, por lo que la necesidad de modernizarse es crítica. Para fomentar esta transición, es necesario liberalizar el mercado energético y fijar políticas energéticas estables a largo plazo, que aporten seguridad jurídica y atraigan inversión.

⁶ BID





c) La democratización del dato

El creciente aumento de datos disponibles está estrechamente ligado con la digitalización. En este sentido, la proliferación de sensores a lo largo de la cadena de valor del sector está generando volúmenes ingentes de información, que se espera continúen aumentando durante la próxima década.

Tecnologías emergentes como la IA necesita de estos datos para aprender y proponer mejoras; optimizar el balanceo de la carga, escoger los momentos adecuados para proveer o almacenar la energía, predecir con la exactitud la demanda futura, son sólo algunos de los procesos dónde la implementación de IA puede revolucionar la industria.

Optimización y eficiencia energética

Consiste en desarrollar soluciones de software que permitan mejorar la gestión energética principalmente en el ámbito industrial. Normalmente son soluciones *plug&play* habilitadas por nuevas tecnologías que pueden instalarse sobre los sistemas de *players* tradicionales, generando eficiencias en distintas etapas de la cadena de valor.



a) Inteligencia artificial

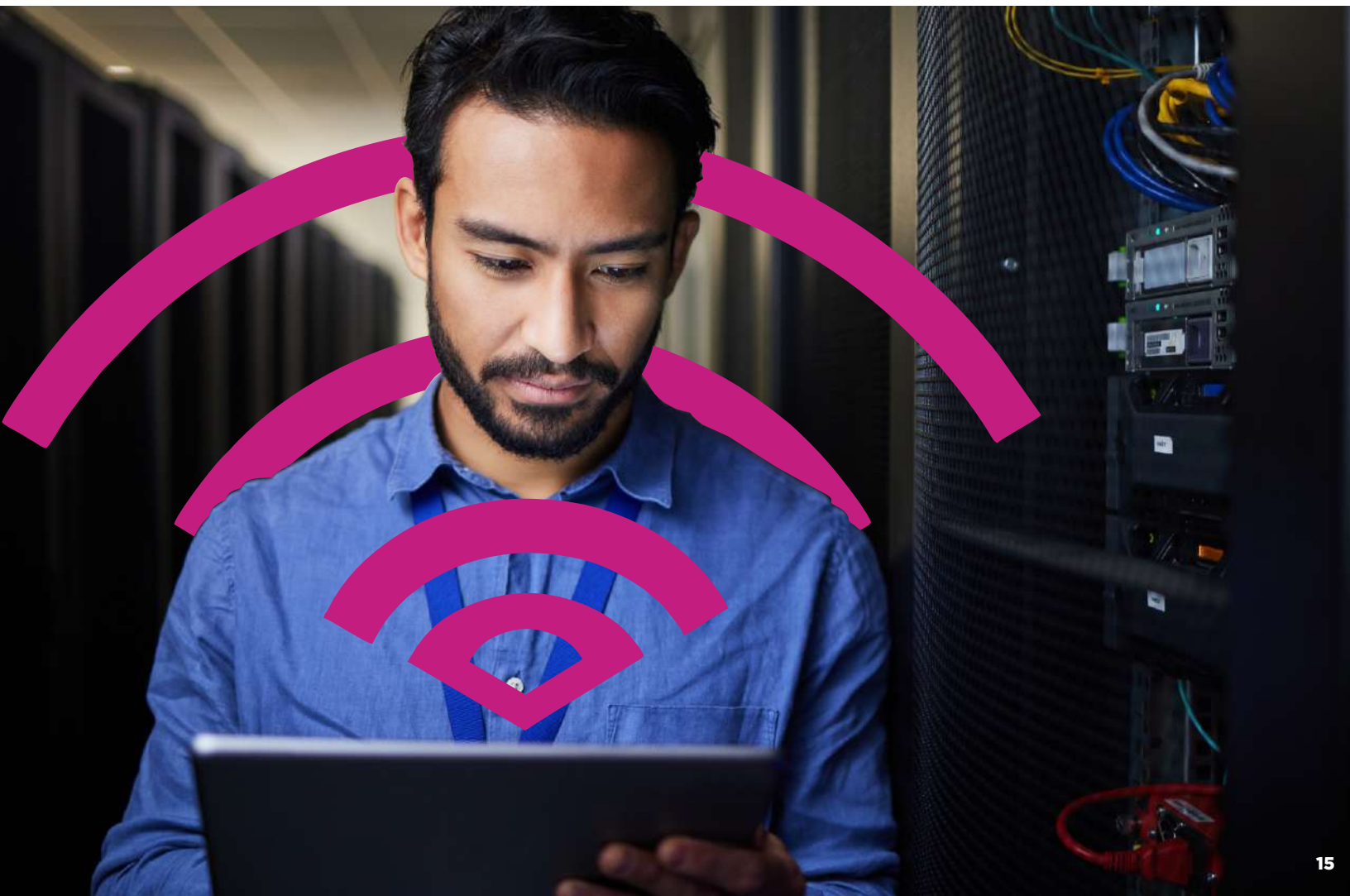
El sector está viviendo la proliferación de soluciones de IA enfocadas a generar eficiencias en la gestión, administración y control de las redes, todo ello alineado con los compromisos de sostenibilidad energética alcanzados por los diferentes gobiernos de la región, y con el objetivo principal de garantizar la transición energética.

La IA puede generar un impacto positivo en cada etapa de la cadena de valor, y lo que es más interesante a futuro, puede generar un valor exponencial al ser capaz de controlar la cadena entera, recibiendo, analizando y compartiendo información de las diferentes fases en tiempo real.

b) Cloud

La digitalización y los avances de conectividad que están transformando el sector, generan una cantidad ingente de información que es necesario almacenar, procesar y analizar en tiempo real para aprovechar todos sus beneficios potenciales. En este sentido, migrar hacia plataformas *cloud* se vuelve una ventaja competitiva anticipando la adopción masiva en el medio plazo de tecnologías como *IA*, *Big Data* o *IoT*.

En el modelo tradicional, las empresas energéticas almacenaban la información en diferentes sistemas *on-premise* normalmente poco conectados entre sí, para ofrecer soluciones eficientes y escalables es necesario abandonar este tipo de infraestructura e implementar modelos *cloud* que favorezcan el flujo y el acceso a la información.





c) IoT

La implementación de sensores capaces de capturar, procesar, y compartir información en tiempo real supone un cambio de paradigma dentro de la industria. La proliferación de este tipo de instrumentos va de la mano con la adopción de otras tecnologías que necesitan esta información en tiempo real para aprovechar todo su potencial.

En esta categoría podemos destacar los *smart meters*, medidores eléctricos digitales que recopilan y comparten información sobre el consumo energético en tiempo real. De este modo, es posible predecir la demanda de manera más exacta, optimizando la distribución y generación de energía eléctrica y generando un beneficio tanto para las empresas como para los consumidores finales.

MODELOS DE NEGOCIO DERIVADOS DE LA DIGITALIZACIÓN

La fusión del progreso tecnológico con los compromisos gubernamentales y sociales está rejuveneciendo un sector históricamente reticente a la innovación. Esta convergencia no solo atrae nuevas inversiones, sino que también impulsa el desarrollo de nuevos modelos de negocio innovadores, alineados con metas de sostenibilidad.

En este panorama, la colaboración entre grandes corporaciones y *startups* energéticas emerge como un pilar fundamental. Se materializa ya sea a través de la inyección de capital mediante CVCs (*Corporate Venture Capital*) o el enfoque de *venture client*, donde las empresas consolidadas se erigen como el principal canal de ventas de estas *startups*, reduciendo riesgos y previniendo la dilución accionarial.



Dentro de los avances más importantes, los *microgrids* o microrredes están ganando relevancia. Estos permiten a comunidades y empresas generar, almacenar y distribuir energía renovable en ámbitos locales, propiciando la descentralización energética y fortaleciendo comunidades, en especial en zonas remotas o de menor desarrollo. En paralelo, los modelos *Solar as a Service* (SaaS) están revolucionando el acceso a la energía solar; a través de suscripciones mensuales, los consumidores se benefician de soluciones de energía limpia sin necesidad de desembolsos iniciales.

Un ámbito que merece mención especial es el del hidrógeno verde. Su aparición representa una oportunidad histórica para que la región asuma un liderazgo en esta tendencia global. Ya se están consolidando iniciativas que comprenden desde la producción hasta la distribución, dibujando un futuro energético más verde y sostenible para la región.

CONTINUEMOS LA CONVERSACIÓN



idbinvest.org

 idbinvest.org/linkedin

 idbinvest.org/twitter

 idbinvest.org/facebook

 idbinvest.org/blog

Copyright © 2023 Inter-American Investment Corporation (IIC).

