

MONOGRAFÍA

NUEVOS HORIZONTES DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA EN LA REGIÓN ANDINA

Transformación productiva y
Digitalización
empresarial en la región andina



Transformación productiva y
Digitalización
empresarial en la región andina

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Transformación productiva y digitalización empresarial en la región andina / Luis Guillermo Alarcon Lopez, Pauline Henriquez, Kenji Moreno, José Luis Saboin, Fernando Vargas, Francisca Araya Lopez; editor, José Luis Saboin.

p. cm. — (Monografía del BID ; 1075)

1. Digital divide-Government policy-Andes Region. 2. Information technology-Social aspects-Andes Region. 3. Internet-Social aspects-Andes Region. 4. Digital communications-Social aspects-Andes Region. 5. Telecommunication policy-Andes Region. 6. Broadband communication systems-Andes Region. I Alarcon, Luis Guillermo. II. Henriquez, Pauline. III. Saboin, José Luis. IV. Vargas, Fernando. V. Araya, Francisca. VI. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Países del Grupo Andino. VII. Serie.

IDB-MG-1075

Códigos JEL: D22, D24, O13, O14, O31, O33, O38, O54

Palabras claves: Adopción de tecnología, cambio tecnológico, industria extractiva, industria manufacturera, innovación, microempresa, política digital, productividad empresarial, productividad industrial, tecnología digital.

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| RECONOCIMIENTOS | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| CONTEXTO EN EL QUE OCURRE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN LA REGIÓN ANDINA | |
| CAPÍTULO 1 | 15 |
| ACCESO A TELECOMUNICACIONES EN LA REGIÓN ANDINA | |
| Brechas digitales | 15 |
| Desafíos actuales | 17 |
| Información | 17 |
| Costos | 17 |
| Ingresos | 17 |
| Regulación | 18 |
| Financiamiento | 19 |
| Tendencias | 19 |
| Avances recientes del BID en el sector | 20 |
| CAPÍTULO 2..... | 21 |
| ADOPCIÓN Y USO DE TIC EN LA REGIÓN ANDINA | |
| Panorama de la digitalización empresarial en la región andina | 21 |
| Sector extractivo | 26 |
| Factores motivantes de la digitalización en el sector extractivo | 26 |
| Oportunidades y desafíos en la región andina | 27 |
| Políticas públicas para una mayor digitalización en el sector extractivo | 30 |
| Sector no extractivo | 31 |
| Contexto de transformación digital para las mipymes | 31 |
| Chequeo Digital | 33 |
| Resultados en ALC | 36 |
| Resultados en Ecuador | 40 |
| Resultados en Venezuela | 48 |
| Ecuador y Venezuela en el contexto de ALC | 55 |
| Tendencias a partir del Chequeo Digital | 60 |

| | |
|--|----|
| Impactos de la digitalización en la productividad | 60 |
| Colombia | 60 |
| Ecuador | 61 |
| Perú | 63 |

CAPÍTULO 3..... 64

RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

| | |
|---|----|
| ¿Cuáles son las barreras de adopción? | 64 |
| Obstáculos en la oferta | 64 |
| Obstáculos dentro de la empresa | 65 |
| Obstáculos en el mercado donde opera la empresa | 66 |
| Recomendaciones de política pública para acelerar la digitalización empresarial | 66 |
| Rol de la política pública para desarrollo tecnológico a partir de la industria extractiva | 68 |

REFERENCIAS..... 70

RECONOCIMIENTOS

La presente publicación forma parte de una colección de trabajos realizados por el Banco Interamericano de Desarrollo para apoyar el diálogo de políticas sobre transición productiva en los países andinos. Fue editada por José Luis Saboin.

Las contribuciones de cada capítulo se detallan a continuación:

Introducción. Contexto en el que ocurre la adopción tecnológica en la región andina

José Luis Saboin

Capítulo 1

Luis Guillermo Alarcón

José Luis Saboin

Capítulo 2

Pauline Henríquez

Fernando Vargas

José Luis Saboin

Kenji Moreno

Francisca Araya López

Capítulo 3

Fernando Vargas

José Luis Saboin

Agradecimientos

Queremos agradecer a José Israel Campoverde, Juan Miguel Gallego, Juan Manuel García-Carpio, María Luisa Granda, Mario Nieves, Carlos Miguel Álvarez y Lina Díaz por su apoyo para este trabajo. El cuidado editorial de esta publicación estuvo a cargo de Ximena Ríos, y la diagramación y el diseño a cargo de Sara Ochoa. Igualmente, queremos agradecer el invaluable apoyo de Sonia Donayre y José Luis Lobera en la divulgación de la presente publicación.

INTRODUCCIÓN

CONTEXTO EN EL QUE OCURRE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN LA REGIÓN ANDINA

La región andina se enfrenta a una serie de desafíos productivos, asociados a su dependencia de las materias primas (como, por ejemplo, la “maldición” de los recursos naturales¹) así como a otros retos, como el cambio climático y las políticas de descarbonización (que implican una reducción importante en el consumo mundial de hidrocarburos) o la presión sobre los recursos acuíferos (y el potencial conflicto en su uso para la minería). De igual modo, se enfrenta al riesgo/peligro de no adaptarse rápidamente a los cambios estructurales generados en la economía mundial debido a la pandemia del COVID-19.

Los países andinos no pueden ignorar el contexto descrito, ya que sus economías guardan fuertes vínculos con sus sectores extractivos. Por ejemplo, estos sectores representan el 18% del PIB en Bolivia, el 20% del PIB en Ecuador y el 11% del PIB en Perú (NRGI, 2017). En Colombia, el sector extractivo representa el 23% del total de sus exportaciones (ICMM, 2020), mientras que en Venezuela, más del 90% (BCV, 2019). Además, en el caso de la minería, los países andinos cuentan con una oferta diversificada, en la que sobresalen los minerales más importantes para la generación de tecnologías limpias, como lo son el cobre y el litio. Por su parte, los impactos de la pandemia del COVID-19 en la estructura productiva de los países andinos son innegables. Esta crisis adelantó retos estructurales respecto de la dependencia de las industrias extractivas de las exportaciones, así como nuevos desafíos y oportunidades en otras industrias, entre los que pueden mencionarse las brechas tecnológicas con el resto del mundo, particularmente en el fenómeno de la digitalización.

El mundo se encuentra en pleno *boom* de transformación digital. En 2019, es decir, en un mundo anterior a la pandemia del COVID-19, se estimaba que el 50% de la población del planeta estaba conectada a redes digitales, cifra que contrastaba con el 4% de hace apenas 25 años (OCDE, 2017). A todas luces, el crecimiento de la digitalización ya era exponencial antes de la pandemia. En América Latina, la acelerada difusión de la banda ancha móvil cada vez habilita a más y más personas a conectarse a estas redes. Según Internet World Stats, 477.824.732 de 658.382.700 personas en América Latina y el Caribe (ALC) se encuentran conectadas a internet, lo que equivale al 72,6% de la población.

Es interesante, sin embargo, hacer notar que en América Latina la mayoría de este acceso se realiza con anchos de banda más bajos que los de otras regiones. Por ejemplo, en la región andina, el ancho de banda fijo promedio por país oscila entre 11.9 y 47.5 Mb/s, frente al promedio mundial de 96.4. Sin embargo, gracias a la pandemia del COVID-19 y las consecuentes acciones de distanciamiento social llevadas a cabo por la sociedad, la región, al igual que todo el planeta, dio un salto importante en materia

¹ Como describen Balza *et al.* (de próxima publicación), existe una amplia literatura alrededor del tema de la “maldición de los recursos naturales”, que tiene que ver con la experiencia de ciertos países con ventajas naturales que no han logrado desarrollarse y más bien pueden tener retrocesos en términos de crecimiento y otras variables. Si bien investigaciones recientes argumentan que no existe esta “maldición”, lo cierto es que parecería que la falta de un entorno adecuado es la principal razón detrás de la baja contribución del sector al desarrollo.

de digitalización². Por ejemplo, el comercio electrónico creció 157% en ALC entre el primer y segundo semestre del 2020 (Suaznabar y Henriquez, 2020).

De esta manera, bien se podría argumentar que la pandemia trajo consigo un choque de digitalización “forzada” en ALC. Tan solo por dar dos ejemplos en la región andina, se observa que la presencia virtual de las empresas en Colombia creció ocho veces entre abril de 2019 y marzo de 2020 (CEPAL, 2020) y en Ecuador, el comercio electrónico aumentó sus ventas en un 44%, al pasar de USD 1.600 millones en 2019 a USD 2.300 millones en 2020. Decimos “forzada” porque antes de la pandemia existía todavía un atraso relativo de la región respecto a otros mercados emergentes en cuanto a la penetración de la digitalización en las actividades económicas (Asian Development Bank, 2019).

Aly (2020) encuentra una relación positiva entre transformación digital y desarrollo económico, así como entre transformación digital y productividad laboral, para una muestra de países en desarrollo que incluye a Bolivia, Colombia y Perú. Sin embargo, dicha relación positiva no se aplica a empleos vulnerables. Adicionalmente, las empresas con mayor probabilidad de adoptar tecnologías de información y comunicación en ALC son las empresas más grandes, más viejas, exportadoras, urbanas y con trabajadores más calificados (Grazzi y Jung, 2019).

Se estima que, si los países latinoamericanos no son capaces de aumentar su productividad a través de la digitalización, el crecimiento económico de los próximos quince años será entre 40% y 50% menor que el de los quince años anteriores (Grazzi y Jung, 2019). La revolución digital representa así una oportunidad para ALC, pero también un riesgo en caso de que las economías de la región no logren una rápida adaptación al cambio.

Además, hay sectores que son intensivos en el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Actualmente, existen 1.005 compañías de tecnología nacidas en ALC que han recaudado más de USD 1 billón en capital y que, en conjunto, generan más de 245.000 empleos en la región, especialmente en las áreas de Fintech y comercio digital (Peña, 2021). El 86% de las denominadas *Tecnolatinas* se localiza en Brasil y Argentina. Sin embargo, hay oportunidades en toda la región, ya que crear y escalar empresas de tecnología resulta cada vez más fácil. Muestra de ello es que mientras a MercadoLibre le tomó ocho años llegar a ser valorada en USD 1 billón dos décadas atrás, hoy en día las *Tecnolatinas* más exitosas logran esta meta en tan solo dos años, gracias a los teléfonos inteligentes y a la computación en la nube.

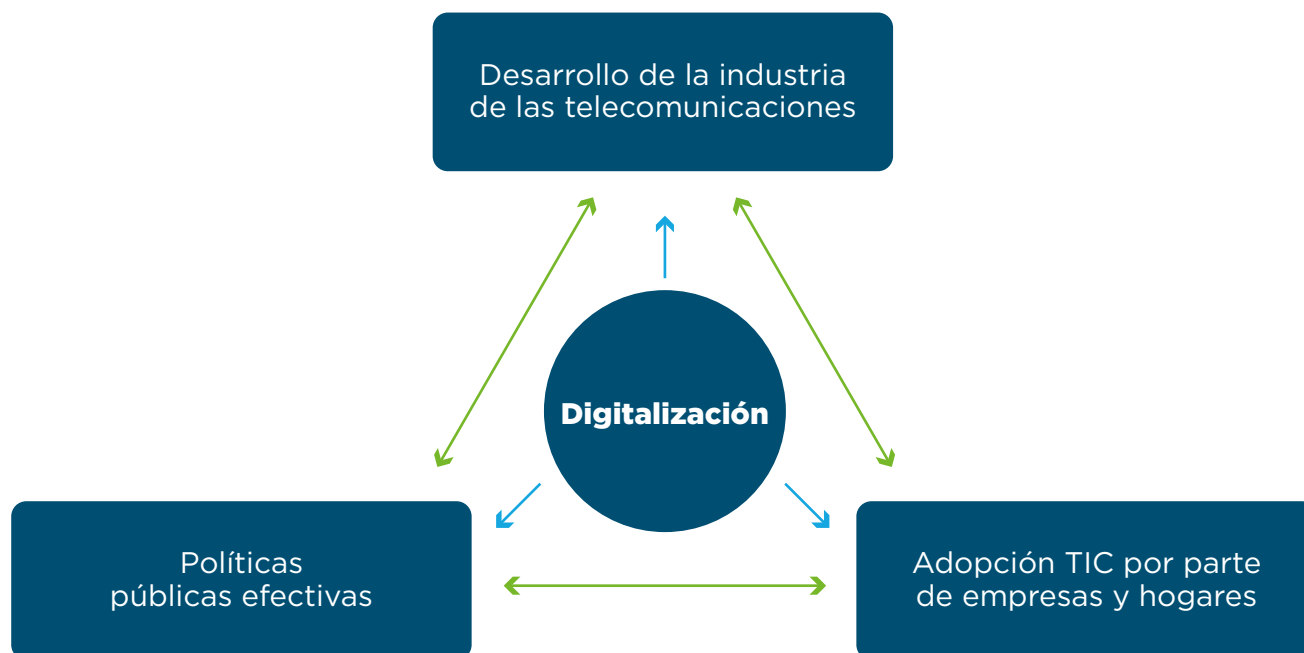
Este “choque digital”, que asumimos como un choque de productividad, está y estará generando beneficios para la región tanto a corto como a largo plazo. Para ello, en este trabajo se plantea (i) entender cuál es el estado de las telecomunicaciones en la región; es decir, cuál es la situación actual y las perspectivas desde el punto de vista de la infraestructura disponible para poder acceder y usar estas TIC, (ii) estimar los impactos derivados de la adopción de TIC a diferentes niveles (p.ej., nivel de la empresa y sector económico) y (iii) a partir de estas experiencias, plantear estrategias que ayuden tanto al sector público como al privado a aprovechar los beneficios derivados de la adopción digital.

Este documento se centra en tres aspectos que se retroalimentan entre sí para llevar un proceso de digitalización exitoso a nivel agregado en la región andina. Tal y como se aprecia en la Figura 1, en primer lugar, para que las economías de la región puedan adoptar y usar eficientemente las TIC, requieren de una industria de telecomunicaciones que sea capaz de brindar acceso a internet de banda ancha en todo el territorio nacional, a bajo costo y en un entorno de sana competencia con un regulador que promueva la inversión y la transparencia en el sector. En segundo lugar, los usuarios de TIC, vale decir las empresas y los hogares, no solo deben tener incentivos para adoptar estas tecnologías, sino también deben estar

² En este estudio, la digitalización no significa simplemente conectarse a internet. La digitalización es también el uso amplio de tecnologías de comunicación e información (TIC), sensores, inteligencia artificial y robótica, *block-chain*, el internet de las cosas, entre otros.

capacitados para usarlas. Finalmente, para promover un proceso de digitalización ágil y efectivo en las economías de sus países, los gobiernos de la región andina deben estar al tanto de los dos aspectos anteriores —es decir, de la oferta y la demanda de TIC—, tratando no solo de generar mayor acceso a internet estimulando una industria robusta y eficiente, sino también promoviendo una mayor adopción tecnológica acorde con las características y las necesidades de cada uno de sus países.

Figura 1. Proceso de digitalización



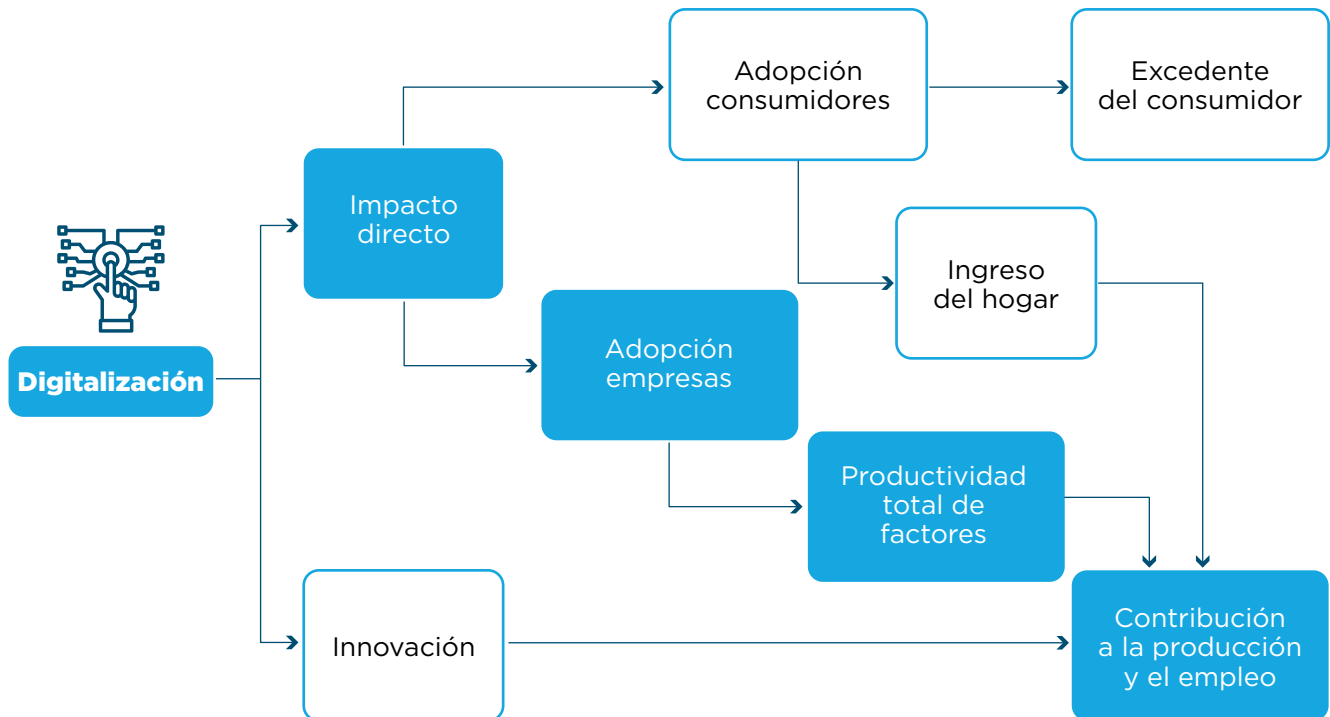
Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los tres aspectos mencionados anteriormente se aborda en una sección diferente. En la primera sección, se expone la situación de la oferta de telecomunicaciones en la región. Si bien han mejorado, las brechas de acceso a internet de banda ancha son distintas en los países de la región, siendo la banda ancha móvil la que tiene una mayor penetración. A continuación, la sección presenta los desafíos de las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones, destacando: (i) la falta de información en términos de cobertura (especialmente en áreas rurales y pequeñas) y de la situación de las empresas proveedoras, ya que no todas están obligadas a reportar al regulador, (ii) las divergencias entre los costos y los ingresos de las empresas proveedoras, donde los costos crecen más que proporcionalmente a los ingresos, (iii) el entorno regulatorio, que tiene que adaptarse a la velocidad con que avanza la tecnología y (iv) el financiamiento, donde destacan las asimetrías entre los grandes y pequeños proveedores. La sección concluye destacando las tendencias que se desprenden de los desafíos expuestos.

La segunda sección trata sobre la demanda (p. ej., adopción y uso) de TIC y se centra en la digitalización de las empresas, separando al sector extractivo del no extractivo, dada la relevancia del primero en la región. En general, la digitalización empresarial representa oportunidades para apuntalar la productividad y la creación de empleo. Consiste en introducir y/o profundizar el uso de tecnologías en una empresa para mejorar su desempeño y alcance, principalmente en lo vinculado con sus procesos internos, su relación con clientes y proveedores, así como con su modelo de negocio (Suaznábar y Henríquez, 2020).

La importancia de la adopción digital en las empresas no es asunto nuevo, especialmente porque existe amplia evidencia de sus beneficios sobre el desempeño de las propias empresas y de los mercados laborales, entre otros (Chen y Volpe Martincus, 2022; Acemoglu *et al.*, 2022). Los canales de transmisión del impacto directo de la digitalización empresarial en la producción y el empleo pueden observarse en la Figura 2 (resaltados en azul).

Figura 2. Mecanismo de transmisión de los impactos de la digitalización



Fuente: Katz y Callorda (2015).

En cuanto al sector extractivo, Carbon Trust (2022) describe, a través de un estudio cualitativo, la situación de la adopción de TIC en dicho sector, destacando los factores motivantes. El trabajo encontró que los esfuerzos mundiales por cumplir los objetivos climáticos del Acuerdo de París —que implicarán una mayor demanda de fuentes limpias de energía en las próximas décadas— se convierten en el principal motor para que las empresas extractivas repiensen su interacción con el medioambiente y con la opinión pública. Carbon Trust (2022) identifica tres aspectos del sector extractivo donde la digitalización tiene la oportunidad de ejercer un impacto directo: (i) en lo económico, donde el uso de tecnologías digitales impulsaría la productividad y la eficiencia; (ii) en lo ambiental, donde la digitalización permitiría recabar información que facilite un entendimiento más completo sobre los impactos del sector sobre la calidad del aire, áreas verdes y protegidas, así como en los riesgos de accidentes y enfermedades; (iii) en lo social, donde la digitalización apuntalaría la generación de empleo y el desarrollo de habilidades. En simultáneo, las comunidades locales verían mejorar su conectividad y su vínculo con el sector mediante una mayor transparencia, su conocimiento sobre el impacto del sector en su localidad y la participación femenina en las actividades extractivas.

En lo que se refiere al sector no extractivo, y en vista de que la mayoría de las empresas no extractivas en los países de la región andina son mipymes, se hace énfasis en analizar su adopción digital. En primer lugar, la sección analiza la situación de la digitalización empresarial de ALC en el contexto mundial, donde se observa que la región está muy por debajo de los niveles de adopción de países en economías avanzadas. Por ejemplo, la proporción de empresas con un sitio web es del 78% en países de la OCDE, mientras que en ALC es del 55%. Además, las brechas de uso de TIC se agrandan con las tecnologías más sofisticadas, tales como la inteligencia artificial o la realidad aumentada.

Luego, para analizar el nivel de madurez de los países de la región andina en el contexto de ALC, se utiliza la herramienta *Chequeo Digital*. Se trata de una encuesta de autodiagnóstico disponible actualmente en catorce países y en donde más de 20.000 mipymes han completado su evaluación. Si bien la mayoría de las empresas de la región andina que respondieron esta encuesta (Ecuador y Venezuela) muestran niveles bajos de madurez digital (inicial o novato), cuando se profundiza en los resultados, se observa una mejor posición en la madurez digital de los países de la región andina respecto a la empresa promedio en ALC. Esto se evidencia en una menor proporción de empresas con una madurez digital inicial (respecto a ALC) y, a su vez, en una mayor proporción de empresas con niveles de madurez digital avanzado (respecto a ALC), lo cual indica que en la región andina existe un número importante de empresas que han aplicado tecnologías digitales especializadas para las características particulares de su negocio, permitiéndoles aumentar la eficiencia y eficacia en sus negocios.

Al investigar más en profundidad qué factores determinan la madurez digital en los países de la región andina, se han encontrado diferencias positivas, sobre todo en los niveles avanzado y experto, en los que los países de la región andina superan al promedio de ALC, particularmente en las dimensiones de adopción de tecnologías y habilidades digitales, gestión y organización digital de la empresa, así como de cultura digital. No obstante, las mipymes de la región andina se encuentran rezagadas respecto de sus pares de ALC en las dimensiones de comunicaciones digitales y uso de datos y analítica digital, ya que tienen una mayor cantidad de empresas en niveles de madurez inicial.

Finalmente, la sección describe los resultados de estudios realizados por el BID utilizando microdatos de empresas de países de la región andina que estiman el impacto de las TIC tanto en el producto como en la productividad total de los factores (PTF).

En Colombia, Gallego *et al.* (de próxima publicación) estiman la contribución de las TIC a la producción en la industria manufacturera colombiana y encuentran que la elasticidad de producción del capital TIC —es decir, los bienes que permiten el uso de estas tecnologías como las computadoras y el *software*— fluctúan, según el método de estimación, entre el 1,5% y el 7,9%, superando la elasticidad del capital físico. Además, se observa que la relevancia del capital TIC a la producción empresarial no es homogénea. En particular, a mayores niveles de sofisticación de la empresa y de disponibilidad de recursos, mayor es la elasticidad de la producción del capital TIC. Finalmente, las empresas que cuentan con una mayor elasticidad de producción del capital TIC son también más productivas. Esto es, no solo son empresas que utilizan de manera más intensiva las TIC para la producción, sino que cuentan además con una serie de prácticas empresariales y capital intangible, que les permiten funcionar de manera más eficiente.


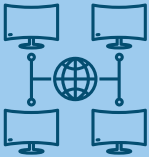
En Ecuador, bajo un enfoque similar, Campoverde *et al.* (2022) encuentran que la elasticidad del capital TIC a la producción fluctúa entre el 0,7% y el 1,5% en una muestra de más de 27.000 empresas ecuatorianas. Los autores hallan heterogeneidades según el tipo de actividad realizada y las características a nivel de la firma. Los sectores con mayor elasticidad-producto del capital TIC fueron el extractivo y el de servicios, mientras que los de menor elasticidad-producto fueron manufactura y agricultura. En cuanto a la productividad, todos los sectores mostraron efectos positivos del capital TIC, incluso tomando en cuenta

el efecto de características tanto observables (edad de la firma, tamaño, vocación exportadora, intensidad tecnológica y de conocimiento) como no observables. Finalmente, usando la base de empresas que respondieron al Chequeo Digital, los autores encuentran que el efecto de haber realizado capacitaciones en temas digitales en la empresa muestra, en promedio, un impacto positivo y significativo sobre la productividad.

En Perú, también bajo el mismo enfoque metodológico, García (2022) analiza y estima el efecto del uso de TIC y la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) sobre la PTF de las empresas de la industria manufacturera peruana en el periodo 2014-2018. Los resultados de la estimación indican que la inversión en I+D tendría un efecto significativo sobre la PTF a nivel de las empresas manufactureras de mayor tamaño en Perú. Sin embargo, no se encuentra un efecto claro del uso de TIC sobre la PTF, aunque sí se hallan efectos positivos estadísticamente significativos de variables específicas, como el uso de extranet, y, en menor medida, el uso de red local. Los resultados mixtos referidos a las TIC podrían estar asociados al hecho de que la muestra disponible utilizada recoge empresas de mayor tamaño, las cuales tienen ya un uso significativo de TIC.

De los hallazgos encontrados en este trabajo surgen retos, pero también oportunidades de política pública que impactarán la adaptación de la región andina a la nueva era digital en los próximos años. Estos se explican en detalle en la tercera sección. El siguiente cuadro presenta un resumen de los hallazgos respectivos en dicha sección.

Cuadro 1. Recomendaciones de política pública para un proceso de digitalización inteligente en la región andina

| Área de acción | Reto | Políticas y oportunidades disponibles |
|--|--|--|
|  Institucional | Restricciones financieras para desarrollar servicios (asimetrías de información entre el capital financiero y la empresa que posee un proyecto financiable, en este caso de digitalización, producen una asignación de créditos inferior a la socialmente deseable) | <ul style="list-style-type: none"> › Establecimiento de programas de garantías tecnológicas, créditos subsidiados o parcialmente reembolsables e incentivos tributarios › Aumentar el mercado de capital de riesgo (en ALC, se invierte tan solo el 0.1% del PIB en financiar <i>startups</i>, comparado con 0,4% en China y 0,8% en Estados Unidos [Peña, 2021]). |
| | Falta de competencia | <ul style="list-style-type: none"> › Desarrollo de una política procompetencia que genere los incentivos necesarios para que las empresas que cuentan con los recursos y el conocimiento sean más intensivas en la adopción y desarrollo de tecnología |
|  Infraestructura | Bajo ancho de banda | <ul style="list-style-type: none"> › Aprovechar el boom tecnológico para fomentar el ambiente de negocios para el desarrollo de tecnologías basadas en TIC (como la inteligencia artificial) que permitan aumentar el ancho de banda desde la demanda. › Para lograr el punto anterior, se debe impulsar el desarrollo del capital humano local en el sector de las telecomunicaciones. |
| | | <ul style="list-style-type: none"> › Reducir costos en la industria de las telecomunicaciones, como es el caso de los gastos recurrentes —como la renta de servicios de transporte de datos o consumo eléctrico—, permitiendo a las empresas de servicios aumentar la inversión. › Lo anterior también se puede lograr mediante el uso compartido de infraestructuras urbanas y el espacio radioeléctrico por parte de operadoras. › Apalancar la demanda desde sectores claves, como la minería y los hidrocarburos. |
| | Desbalance urbano-rural (en países como Bolivia y Perú más del 90% de los hogares rurales no cuenta con conexión a internet) | <ul style="list-style-type: none"> › Desagregar la información disponible de cobertura a niveles más pequeños: de estados y municipios a comunidades y extensiones de terrenos. › Lo anterior permitirá a operadores y reguladores (re)descubrir áreas no cubiertas. |
| | Restricciones financieras a proveedores | <ul style="list-style-type: none"> › Diseño de mecanismos financieros que faciliten el acceso a crédito a los desarrolladores de infraestructura locales, particularmente los proveedores de acceso a internet de banda ancha regionales, que enfrentan barreras de entrada para acceder a crédito de largo plazo. |



Falta de talento digital

- › Formación y atracción de talento digital. Implementar programas de becas y créditos subsidiados que faciliten la formación de capital humano en las áreas necesarias demandadas por el sector privado
- › Fomentar la aparición y creación de nuevos programas de formación que atiendan la demanda real, ya sea a través de instituciones tradicionales, como las universidades, o de nuevos proveedores privados de servicios rápidos de formación.
- › Facilitar e incentivar la atracción de talento digital, ya sea a partir de cambios regulatorios en coordinación con las políticas migratorias o con incentivos a nivel de la firma.

Falta de servicios de asistencia técnica (debido a la poca demanda que reduce los incentivos para ofrecer dichos servicios, en un contexto de escasez de oferta)

Escasez de servicios adecuados (las empresas proveedoras de oferta de soluciones tecnológicas enfrentan desincentivos para desarrollar productos dirigidos a necesidades heterogéneas)

- › Invertir en la creación de instituciones específicas o la reorganización de instituciones existentes para organizar una oferta de apoyo específico, no solo a los procesos de adopción de tecnologías digitales y habilidades gerenciales, sino que al desarrollo de innovaciones digitales por parte de las empresas más avanzadas en cada sector.

Incapacidad para incorporar conocimientos externos a la empresa (haciéndola menos proclive a incorporar tecnologías)

- › Abrir el mercado a proveedores externos de desarrollo de habilidades empresariales y digitales.

Poca agilidad gerencial en incorporación de nuevas tecnologías

- › Fomentar la capacitación en habilidades digitales a través de programas como el Chequeo Digital, que es una herramienta de autodiagnóstico.

Racionalidad limitada en empresas pequeñas (impide identificar los beneficios potenciales de una tecnología o conocer las potenciales soluciones tecnológicas a sus problemas y desafíos productivos)

CAPÍTULO 1

ACCESO A TELECOMUNICACIONES EN LA REGIÓN ANDINA

Las telecomunicaciones son vitales para la economía del conocimiento e indispensables para que prosperen los nuevos modelos de negocio caracterizados por la desintermediación, el intercambio y la colaboración en línea. Actualmente, la relevancia de las telecomunicaciones se sustenta en tres pilares fundamentales:

- › **Su impacto en el desarrollo.** Existen numerosos estudios que relacionan la expansión de las telecomunicaciones con el desarrollo económico y en particular, el aumento en la penetración de los servicios de banda ancha con el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB)³.
- › **El reciente impulso a las telecomunicaciones durante la pandemia del COVID-19.** Con la pandemia, el acceso a internet de alta velocidad se consolidó como una herramienta indispensable para que las personas, las empresas y los gobiernos interactúen (García Zaballos *et al.*, 2020).
- › **Su emergente transversalidad.** Mucho se ha escrito sobre el potencial impacto de las nuevas aplicaciones de la conectividad en el desarrollo económico, particularmente la transversalidad que otorga la conectividad móvil de quinta generación (5G)⁴.

Sin embargo, aún existe una brecha digital de servicios fijos y móviles de banda ancha de consumo masivo en la región.

Brechas digitales

El concepto de brecha digital ha evolucionado con la tecnología. Al concepto original de brecha de servicios residenciales de acceso a internet de alta velocidad de finales de los noventa se le agregó la brecha de servicios de banda ancha móvil con la llegada del teléfono inteligente en 2007. Las brechas fija y móvil se analizan, a su vez, desde diferentes ángulos, como la cobertura territorial, la penetración entre la población y la calidad de los servicios, la disponibilidad de aplicaciones y contenidos relevantes, y las habilidades digitales de la población para aprovecharlos⁵.

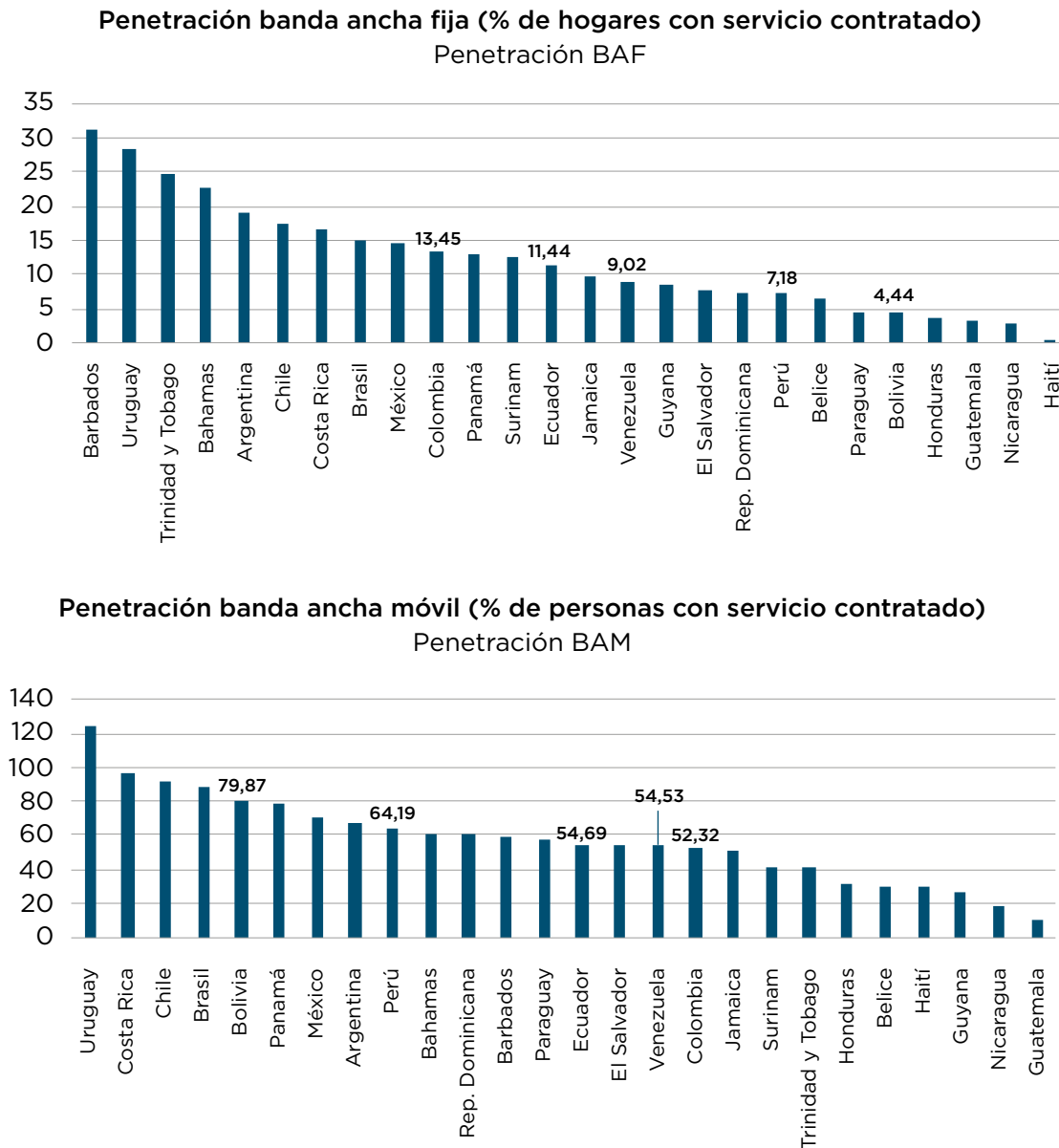
3 Por ejemplo, un estudio del BID estimó que un aumento promedio del 10% en la penetración de banda ancha en los países de ALC provocó una subida del 3,19% del PIB y del 2,61% de la productividad, a la par que generó más de 67.000 empleos directos (García Zaballos y López-Rivas, 2012).

4 [HIS Markit \(2019\)](#) estima que la quinta generación de servicios de banda ancha móviles 5G contribuirá con 5% del PIB mundial para el año 2035.

5 El índice [DESI](#) captura estos aspectos.

1. Brechas de servicios masivos. En general, la brecha fija es mayor que la móvil, debido a las condiciones físicas del servicio; a una mayor cobertura móvil, pues conectar personas en movimiento requiere mayor cobertura que conectar inmuebles específicos; y a aspectos de mercado, pues generalmente los paquetes de entrada al servicio móvil son más asequibles que los del servicio fijo. Es importante recordar que el servicio móvil no sustituye al fijo, sobre todo para aplicaciones productivas como el teletrabajo o la teleducación.

Gráfico 1. Penetración de servicios de banda ancha



Fuente: elaboración propia.

2. Brechas sectoriales. La llegada de la quinta generación de los servicios de banda ancha móviles ha traído brechas en sectores productivos y sociales como el transporte, la agricultura, la educación y la salud.

Desafíos actuales

Información

Existe una gran asimetría de información en el sector de las telecomunicaciones. Para solventarla, se requiere de mayor precisión, completitud y oportunidad en las informaciones sobre el estado de la oferta de los servicios de telecomunicaciones.

Un aspecto donde la reducción de asimetrías es clave y puede generar ganancias de eficiencia tiene que ver con la desagregación de información sobre cobertura a niveles más pequeños. A medida que las brechas se cierran, es necesario aumentar la precisión de la información, bajando desde la resolución de estados y municipios hacia las comunidades y extensiones de terrenos comparables con la cobertura de los diferentes servicios, para evitar sobreestimar costos de cobertura, sobre todo en áreas rurales.

Otro aspecto es el acceso a información a nivel de operadores. No todos los operadores están obligados a reportar al regulador las informaciones de su oferta, por ello, es necesario tener informaciones completas sobre la oferta de servicios, tanto para los grandes como para los pequeños operadores. Para poder diseñar y dar seguimiento a los proyectos e intervenciones gubernamentales es necesario tener información oportuna y comparable en el tiempo, que refleje la situación actual en el terreno y evidencie el avance en el cumplimiento de contratos y obligaciones regulatorias.

Costos

Desde hace ya algunos años, el retorno sobre el capital empleado en las redes de telecomunicaciones es comparable al costo del dinero⁶. Si bien el costo de la tecnología ha bajado significativamente en los últimos cinco años, el avance de la conectividad digital hacia zonas rurales y marginadas hace imperativo bajar los costos tanto como sea posible. Esta reducción de costos no solo compete a las inversiones iniciales de capital, sino especialmente a los gastos recurrentes, como la renta de servicios de transporte de datos o consumo eléctrico, con el fin de dar sustentabilidad financiera de largo plazo a los proyectos⁷.

Ingresos

Los ingresos de los servicios masivos tradicionales crecen linealmente con la población y su capacidad de consumo del servicio. En contraste, los costos crecen más que linealmente, al estar indexados al crecimiento en la demanda de información y al estar algunos de ellos indexados en dólares. Esto pone presión en la maximización de los ingresos de los operadores, impulsando la rentabilización de la infraestructura, las capacidades y los servicios de red, abriendo nuevas posibilidades en el mercado mayorista de telecomunicaciones⁸.

6 Hay diversos estudios sobre el tema, ver, por ejemplo, Duneja *et al.* (2020).

7 En mercado móvil, [Internet para Todos Perú](#) ilustra un caso donde se comparte una red de acceso celular entre los operadores móviles en áreas rurales.

8 Un caso reciente es [VTAL en Brasil](#), una operación de red neutra enfocada en ofrecer servicios mayoristas de red local.

Regulación

La regulación y la tecnología son las mayores fuerzas de evolución del sector telecomunicaciones y, actualmente, la regulación enfrenta muchos desafíos. Entre ellos:

1. A medida que las brechas se cierran, crece la relevancia de la regulación municipal, especialmente en lo que se refiere a permisos de construcción y derechos de acceso a infraestructura pública.
2. A medida que la banda ancha soporta cada vez más servicios, crece la competencia económica entre mercados que anteriormente estaban separados por razones tecnológicas, como la telefonía fija o la televisión de paga.
3. A medida que la tecnología avanza y los equipos de red se hacen más compactos, crece la presión para compartir infraestructuras urbanas como postes, cables, edificios y mobiliario urbano.
4. A medida que el avance tecnológico disocia relaciones anteriormente unívocas entre equipos de radio y bandas de frecuencia específicas, crecen las posibilidades de compartir equipamientos de red de acceso que pueden operar diferentes bandas de frecuencia, pertenecientes a varios licenciataris.
5. A medida que la economía basada en la analítica de datos avanza, crece la importancia de las informaciones generadas por las redes de telecomunicaciones, controladas por los operadores de telecomunicaciones.

Figura 3. Ejemplos de convergencia



Financiamiento

En la actualidad, es generalmente aceptado que el sector privado por sí solo no puede cerrar las brechas digitales y que el Estado necesita crear las condiciones legales, regulatorias y financieras para aprovechar de la mejor manera los recursos públicos y para atraer más inversión privada al sector. Existen diferencias enormes entre las posibilidades financieras de las grandes empresas de redes móviles transnacionales y los pequeños proveedores regionales de acceso a internet de banda ancha que operan en zonas rurales en nuestros países. El apoyo financiero a los emprendedores del sector es crucial para que se puedan realizar las inversiones de largo plazo que requiere el sector para crecer y cerrar las brechas digitales. El Estado debe reconocer que el sector es muy dinámico y que se requiere realizar ajustes a medida que las redes se expanden, la tecnología avanza y las condiciones cambian en el terreno.

Tendencias

El avance tecnológico propiciado por las TIC no es ajeno al desarrollo del propio sector de las telecomunicaciones. Dichos avances marcan al menos tres tendencias claras para el sector.

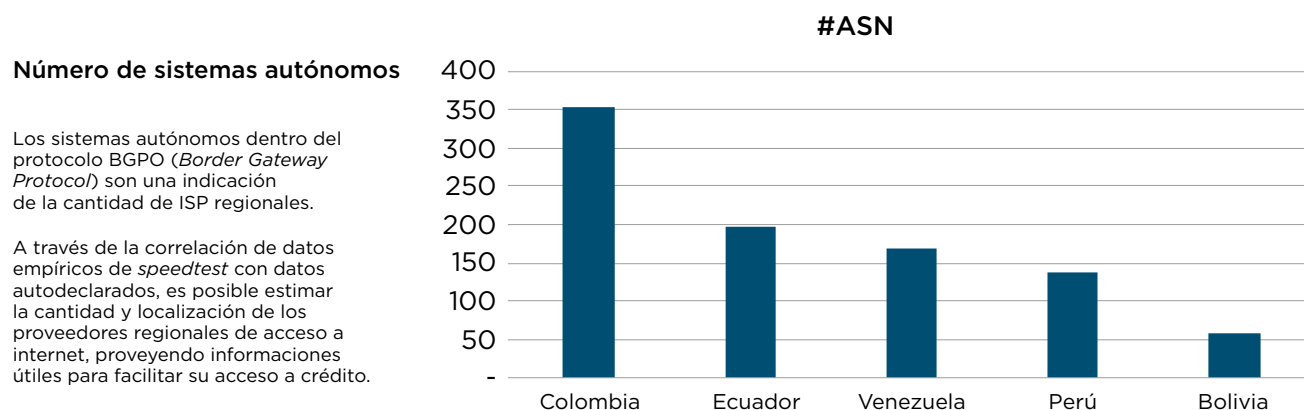
1. La necesidad de reducir costos ha impulsado la compartición de infraestructuras habilitantes, capacidades de red y servicios de operación de redes. Se ha evolucionado de compartir solo infraestructuras pasivas —como torres, ductos o postes— a compartir dinámicamente redes e incluso espectro radioeléctrico⁹. La estandarización ha hecho que actualmente sea posible interoperar elementos de red pertenecientes a operadores distintos, fabricados por proveedores diferentes.
2. La regulación atraviesa su propio proceso de transformación digital. Los reguladores están incorporando el análisis de datos empíricos, como el *crowdsourcing*^{10,11} a su herramienta regulatorio utilizado para funciones de su competencia, como el análisis de la competencia de mercados o la reglamentación del uso de espectro radioeléctrico. La regulación también se da en la convergencia, ya no en la convergencia de “voz y datos” de los años noventa o la convergencia “fijo - móvil” de los años 2000, sino la convergencia en el uso de la infraestructura de distribución eléctrica por parte de los operadores de telecomunicaciones o la convergencia con servicios como la televisión de paga. La regulación también enfrenta la expansión de sus atribuciones en materia de contenidos, protección de datos, propiedad intelectual y ciberseguridad.

9 El BID desarrolló una propuesta para integrar los mercados primario y secundario de uso de espectro en un mercado que atraiga la inversión y promueva la inversión (ver <https://publications.iadb.org/pt/real-5g-uma-alternativa-para-renovacao-de-licencias-e-para-implementacao-de-um-mercado-secundario-de>).

10 Consistente en obtener información para una tarea o proyecto recurriendo a los servicios de un gran número de personas, remuneradas o no, normalmente a través de Internet.

11 El BID desarrolló una metodología para localizar con precisión la demanda y oferta de servicios de banda ancha y estimar el costo de cerrarlas (ver Alarcon Lopez *et al.*, 2022).

Gráfico 2. Número de sistemas autónomos



Fuente: elaboración propia.

3. Las tendencias en el área financiera avanzan en dos sentidos. El primer sentido se refiere a acciones públicas en apoyo al sector privado del sector, por ejemplo, el diseño de mecanismos financieros que faciliten el acceso a crédito a los desarrolladores de infraestructura locales, particularmente los proveedores de acceso a internet de banda ancha regionales, que enfrentan barreras de entrada para acceder a crédito de largo plazo¹². El segundo sentido guarda relación con proyectos de inversión públicos, donde el Estado interviene para corregir fallas de mercado. Existe un espectro de posibilidades para estructurar la intervención pública: desde los subsidios indirectos hasta las empresas públicas, con una gran variedad de combinaciones intermedias que requieren de información confiable y flexibilidad para adaptarse a los cambios del sector.

Avances recientes del BID en el sector

El BID ha invertido en los últimos tres años en investigar la aplicación del *crowdsourcing* en la localización de las brechas digitales. La metodología desarrollada en la metodología C2DB ha demostrado que es posible identificar las brechas digitales móvil, fija e institucional, y estimar el costo de cerrarlas con precisión, completitud y a buen término. Proyectos derivados de la C2DB han demostrado que es posible aportar al análisis de la competencia y la regulación de espectro usando estos mismos datos empíricos. El BID se ha propuesto investigar¹³ la aplicación del *crowdsourcing* y las técnicas de ciencia de datos para apoyar el acceso al crédito de los pequeños proveedores regionales de acceso a internet y en realizar un análisis convergente entre las infraestructuras eléctrica y de telecomunicaciones.

¹² El BID realizó [estudios](#) sobre las condiciones de acceso a crédito y tributación de los pequeños operadores de acceso a internet en Brasil.

¹³ Trabajo de investigación sectorial ESW BR-E0003 Data Analytics to Boost Small Broadband Operator's Access to Credit In Brazil programado para el año 2023.

CAPÍTULO 2

ADOPCIÓN Y USO DE TIC EN LA REGIÓN ANDINA

Tal y como se mencionó al principio, por ser una región rica y dependiente del sector extractivo, los impactos del uso y la adopción de TIC tienen impactos diferenciados en este sector, en comparación con el resto de la economía. En particular, estos impactos se deben no solo al efecto multiplicador del sector sobre otros sectores, sino también a su efecto sobre el medioambiente y las finanzas públicas. Por estas razones, el presente análisis se dividirá entre el uso de TIC en el sector extractivo y el resto de la economía. Sin embargo, antes de la separación sectorial, se describirá brevemente la situación actual de la digitalización en el sector empresarial según una serie de indicadores.

A través de un estudio cualitativo, Carbon Trust (2022) describe la situación de la adopción de TIC en el sector extractivo, destacando sus factores motivantes.

Para analizar el impacto del uso y adopción de TIC en el sector no extractivo se han tomado en consideración diferentes estudios realizados por el BID. Un elemento distintivo sobre la adopción digital para cualquier empresa en cualquier sector está asociado con su tamaño, ya que —como se describirá a continuación— las brechas de adopción digital son mucho mayores para las mipymes.

En primer lugar, esta sección realiza una descripción de la situación actual de la región, luego del sector extractivo; a continuación, se estudia el sector no extractivo a través del lente de las mipymes y, finalmente, se presentan los resultados de estudios con microdatos realizados por el BID que estiman los impactos de la digitalización en la productividad.

Panorama de la digitalización empresarial en la región andina

La adopción de TIC generalmente surge del deseo y/o la necesidad de los agentes económicos de innovar. Por ello, es importante conocer primero el estado de la innovación en la región. Según el *ranking* de innovación de 2021 de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), de un total de 132 países, ningún país andino se encuentra en el medio superior: Colombia está en el puesto 67, Perú en el 70, Ecuador en el 91 y Bolivia en el 104. En contraste con ALC, la región andina evidencia una mayor fortaleza en sofisticación de mercado, pero también una mayor debilidad en su marco institucional y en su capacidad de generar productos creativos. No obstante, las brechas con respecto a países más desarrollados son generalizadas, con énfasis en I+D, infraestructura general (electricidad y logística), facilidad de inversión, cadenas de innovación, creación y difusión de conocimiento, bienes y servicios creativos, y creatividad virtual (ver el Cuadro2).

Cuadro 2. Índice de innovación 2021 (puntos entre 0 y 100)

| Índice / Pilar / Subpilar | Bolivia | Colombia | Ecuador | Perú | Región andina | ALC sin región andina |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-----------------------|
| Índice global | 23,4 | 31,7 | 25,4 | 31,2 | 27,9 | 29,3 |
| Instituciones | 37,8 | 66,2 | 44,1 | 62,5 | 52,7 | 59,2 |
| Entorno político | 40,1 | 55,7 | 45,1 | 53,6 | 48,6 | 55,7 |
| Entorno regulatorio | 17,4 | 63,8 | 39,8 | 69,6 | 47,7 | 56,4 |
| Entorno de negocios | 55,8 | 79,2 | 47,3 | 64,3 | 61,7 | 65,4 |
| Capital humano e investigación | 34,0 | 28,4 | 20,5 | 34,3 | 29,3 | 26,3 |
| Educación | 67,5 | 42,4 | 41,6 | 42,7 | 42,2 | 43,6 |
| Educación superior | No reportado | 32,7 | 13,6 | 53,5 | 33,3 | 25,5 |
| I+D | 0,6 | 10,2 | 6,4 | 6,8 | 6,0 | 10,9 |
| Infraestructura | 29,1 | 44,9 | 39,6 | 38,8 | 38,1 | 38,0 |
| TIC | 51,6 | 68,3 | 63,7 | 62,5 | 61,5 | 62,3 |
| Infraestructura general | 12,5 | 23,0 | 24,8 | 19,8 | 20,0 | 22,1 |
| Sostenibilidad ecológica | 23,1 | 43,4 | 30,3 | 34,2 | 32,8 | 29,7 |
| Sofisticación de mercado | 48,4 | 50,8 | 50,3 | 52,2 | 50,4 | 42,1 |
| Acceso a crédito | 45,4 | 50,4 | 44,5 | 56,8 | 49,3 | 37,9 |
| Facilidad de inversión | 38,0 | 24,1 | 44,0 | 21,1 | 22,6 | 24,2 |
| Comercio, diversificación y escala | 61,7 | 78,0 | 62,6 | 78,6 | 70,2 | 62,7 |
| Sofisticación de negocio | 23,7 | 29,4 | 19,9 | 34,3 | 26,8 | 25,7 |
| Conocimiento de trabajadores | 37,4 | 44,4 | 28,5 | 58,0 | 36,5 | 30,0 |
| Cadenas de innovación | 13,4 | 16,8 | 13,0 | 16,5 | 14,9 | 17,2 |
| Absorción de conocimiento | 20,3 | 27,0 | 18,2 | 28,3 | 23,5 | 30,4 |
| Productos de conocimiento y tecnología | 11,1 | 19,2 | 13,2 | 14,9 | 14,6 | 16,4 |
| Creación de conocimiento | 4,6 | 9,6 | 7,6 | 9,4 | 7,8 | 8,5 |
| Impacto del conocimiento | 22,0 | 35,5 | 27,2 | 29,5 | 28,6 | 25,3 |
| Difusión del conocimiento | 6,6 | 12,4 | 4,8 | 5,9 | 7,4 | 17,8 |
| Creatividad en productos | 13,4 | 19,8 | 18,5 | 21,2 | 18,2 | 24,4 |
| Activos intangibles | 17,7 | 27,1 | 29,4 | 30,3 | 26,1 | 34,5 |
| Bienes y servicios creativos | 9,5 | 7,7 | 4,6 | 9,9 | 7,9 | 19,6 |
| Creatividad virtual | 8,8 | 17,2 | 10,7 | 14,1 | 12,7 | 15,2 |

Fuente: OMPI (2021).

Nota: el semáforo considera el rojo para un puntaje de cero y el verde para el puntaje obtenido por el primer puesto mundial de cada pilar. Los puntajes con fondo blanco indican que no se ha obtenido el mínimo de información requerida para evaluar adecuadamente el pilar o subpilar, por lo que no son considerados. Los puntajes regionales corresponden a promedios simples de los países considerados en el ranking.

Los rezagos en innovación también se observan a nivel de la firma. Por un lado, según Beverinotti y Deza (2020), el 52%¹⁴ de las empresas de la región andina no innova. Según Crespi *et al.* (2022), las empresas andinas que más invierten en I+D se encuentran subrepresentadas dados los tamaños de sus industrias¹⁵, y es menos probable que una empresa andina invierta sustancialmente en I+D¹⁶.

Según el *ranking* de conectividad de 2021 del Portulans Institute, de un total de 130 países, solamente Colombia está en la mitad superior del ranking (puesto 65), mientras que Perú está en el puesto 73, Ecuador en el puesto 90 y Bolivia en el puesto 94. En contraste con ALC, la región andina evidencia una mayor debilidad en su marco de gobernanza y en acceso a tecnología. Sin embargo, las principales brechas con respecto a países más desarrollados radican en tecnologías futuras, que se refieren a la capacidad de invertir y adoptar tecnologías digitales de vanguardia; así como en confianza, que se refiere a cuestiones de ciberseguridad; y en economía, que se refiere a patentes, productividad laboral, y presencia de las tecnologías avanzadas en la manufactura y las exportaciones.

Cuadro 3. Índice de conectividad 2021 (puntos entre 0 y 100)

| Índice / Pilar / Subpilar | Bolivia | Colombia | Ecuador | Perú | Región andina | ALC sin región andina |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-----------------------|
| Índice global | 41,1 | 50,6 | 42,7 | 48,0 | 45,6 | 48,3 |
| Tecnología | 29,5 | 44,4 | 37,6 | 37,7 | 37,3 | 40,9 |
| Acceso | 44,8 | 62,4 | 53,0 | 57,9 | 54,5 | 60,5 |
| Contenido | 22,5 | 36,5 | 32,4 | 33,6 | 31,3 | 31,5 |
| Tecnologías futuras | 21,2 | 34,4 | 27,3 | 21,6 | 26,1 | 30,7 |
| Sociedad | 50,4 | 49,1 | 40,5 | 51,1 | 47,8 | 46,1 |
| Individuos | 78,8 | 63,6 | 60,8 | 61,6 | 66,2 | 63,3 |
| Empresas | 42,1 | 41,0 | 24,5 | 57,4 | 41,2 | 36,5 |
| Gobierno | 30,4 | 42,7 | 36,3 | 36,3 | 36,4 | 38,6 |
| Gobernanza | 37,1 | 54,1 | 43,5 | 48,5 | 45,8 | 53,1 |
| Confianza | 19,1 | 34,7 | 22,5 | 29,9 | 26,5 | 34,4 |
| Regulación | 39,2 | 66,5 | 57,3 | 63,1 | 56,5 | 66,9 |
| Inclusión | 53,0 | 61,1 | 50,6 | 52,6 | 54,3 | 58,0 |
| Impacto | 47,3 | 54,6 | 49,4 | 54,5 | 51,4 | 53,0 |
| Economía | 20,0 | 37,2 | 19,9 | 27,2 | 26,0 | 34,2 |
| Calidad de vida | 63,8 | 61,5 | 62,4 | 68,8 | 64,1 | 66,3 |
| Contribución a ODS | 58,1 | 65,1 | 66,0 | 67,4 | 64,1 | 59,8 |

Fuente: Portulans Institute (2021).

Nota: el semáforo considera el rojo para un puntaje de cero y el verde para el puntaje obtenido por el primer puesto mundial de cada pilar. *ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Los puntajes regionales corresponden a promedios simples de los países considerados en el *ranking*.

¹⁴ Dicho resultado fue obtenido a partir de las encuestas de innovación de cada país. Beverinotti y Deza (2020) emplearon un promedio simple y no consideraron en el cálculo a Colombia ni a Venezuela. En el caso de Colombia, las empresas manejan una definición más madura y exigente sobre lo que implica la innovación, por lo que su encuesta no es comparable con las encuestas de otros países de la región. En el caso de Venezuela, no se cuenta con información.

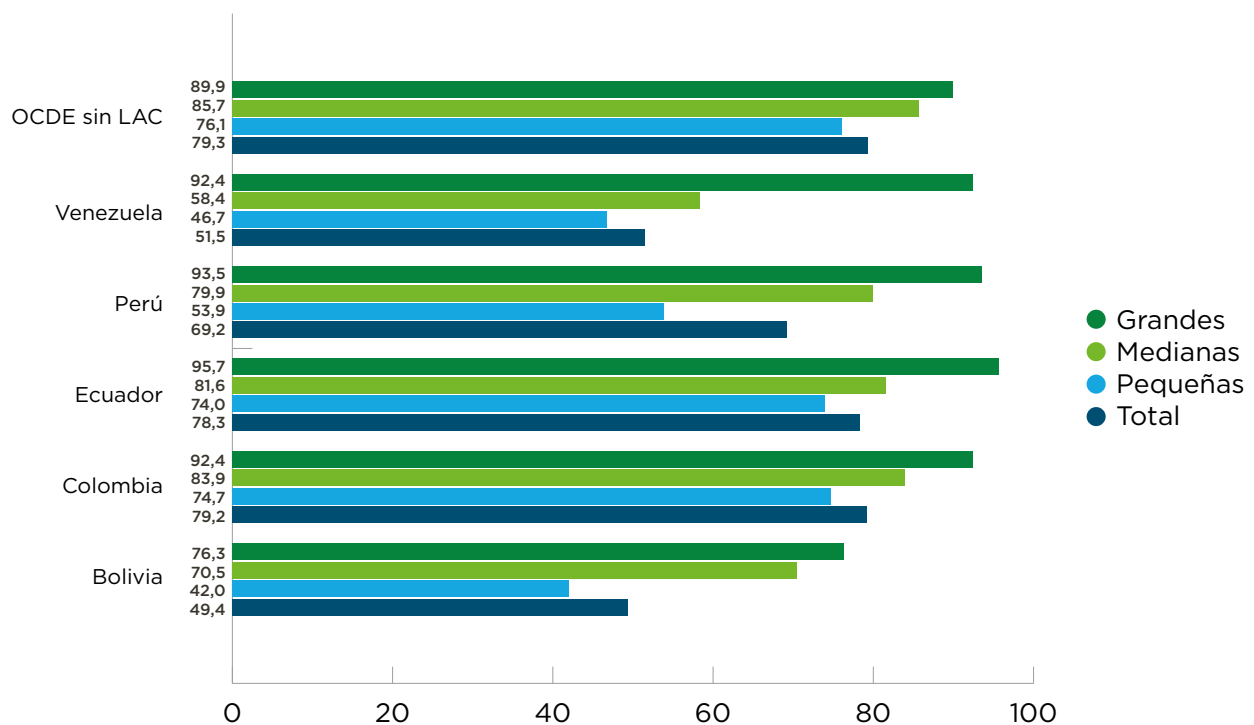
¹⁵ Este hallazgo considera resultados para Colombia, Ecuador y Perú.

¹⁶ Este hallazgo considera resultados para Ecuador y Perú, y la probabilidad es con respecto a las empresas de Argentina.

La menor participación digital con respecto a países más desarrollados refleja entornos no óptimos para la digitalización en la región andina. Según el Data Center Map y el Banco Mundial, la región andina cuenta con menos de 0,3 centros de almacenamiento de datos por millón de habitantes (ca/mh), menor que el promedio de la OCDE sin ALC (2,7 ca/mh). Asimismo, entre 2017 y 2018, el porcentaje de usuarios de internet que compraba en línea en ALC era de 15,5%, mientras que en OCDE era de 64,3% (Gómez *et al.*, 2021).

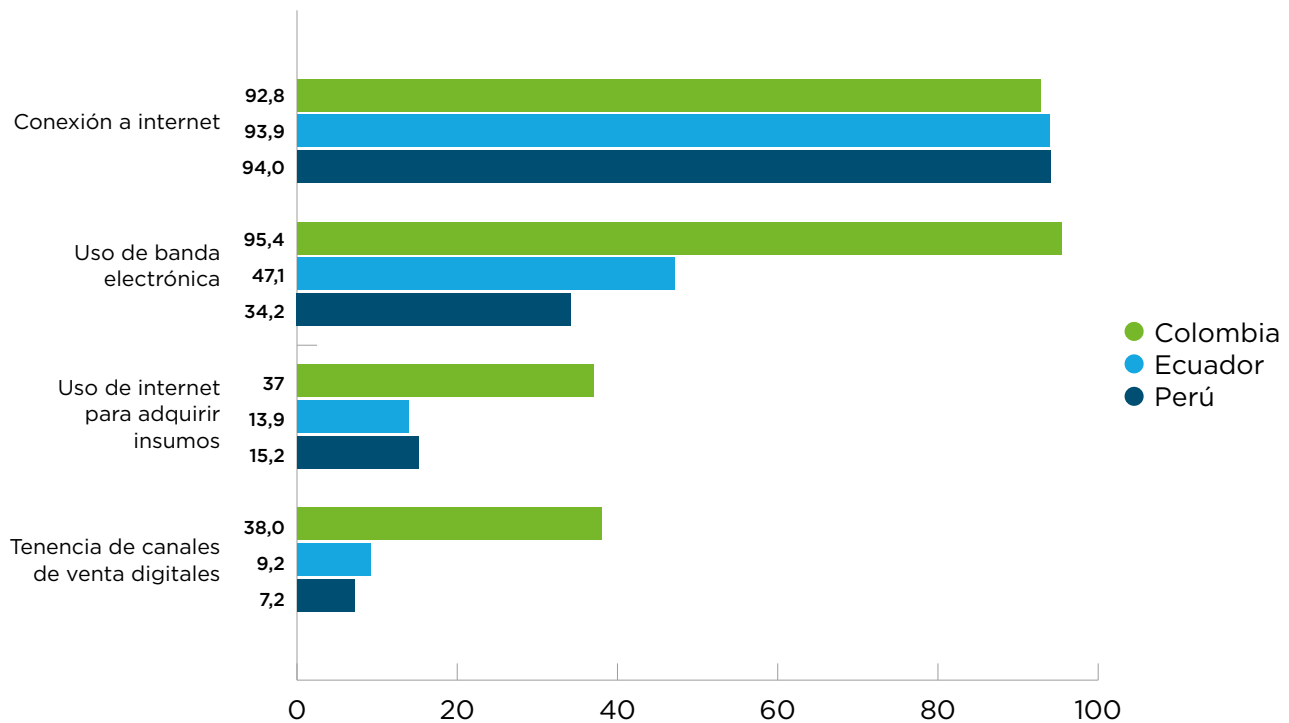
En lo que respecta a las empresas, los países andinos presentan una mayor dispersión que la OCDE en la participación de empresas con páginas web según su tamaño (ver el Gráfico 3). Además, aunque la mayoría de las empresas andinas cuenta con conexión a internet, es reducido su uso en sus cadenas de suministros y de venta (ver el Gráfico 4). No obstante, el uso de sistemas de pagos electrónicos y digitales aumentó a raíz de la pandemia. Pese a ello, la situación de la región andina se mantiene en niveles inferiores si se compara con el promedio mundial y con países de altos ingresos, salvo Venezuela que vivió un proceso de hiperinflación entre 2018 y 2021 (ver el Gráfico 5). Ello se debe, entre otros factores, a la actitud de la población con respecto a los servicios financieros formales (Cathles *et al.*, 2022). Según el Banco Mundial, en 2017, los principales motivos en la región andina por los que las personas no contaban con cuentas financieras se vinculaban a su elevado costo, a la insuficiencia de fondos para solicitarlas, y a la falta de conocimiento y confianza sobre el sistema financiero. Por otro lado, la proporción de empresas que invierte en *hardware* y *software* para innovar se encuentra alrededor de 4% en Colombia, 5% en Ecuador y 13% en Perú (Crespi *et al.*, 2022).

Gráfico 3. Empresas con página web (porcentaje del total de empresas)



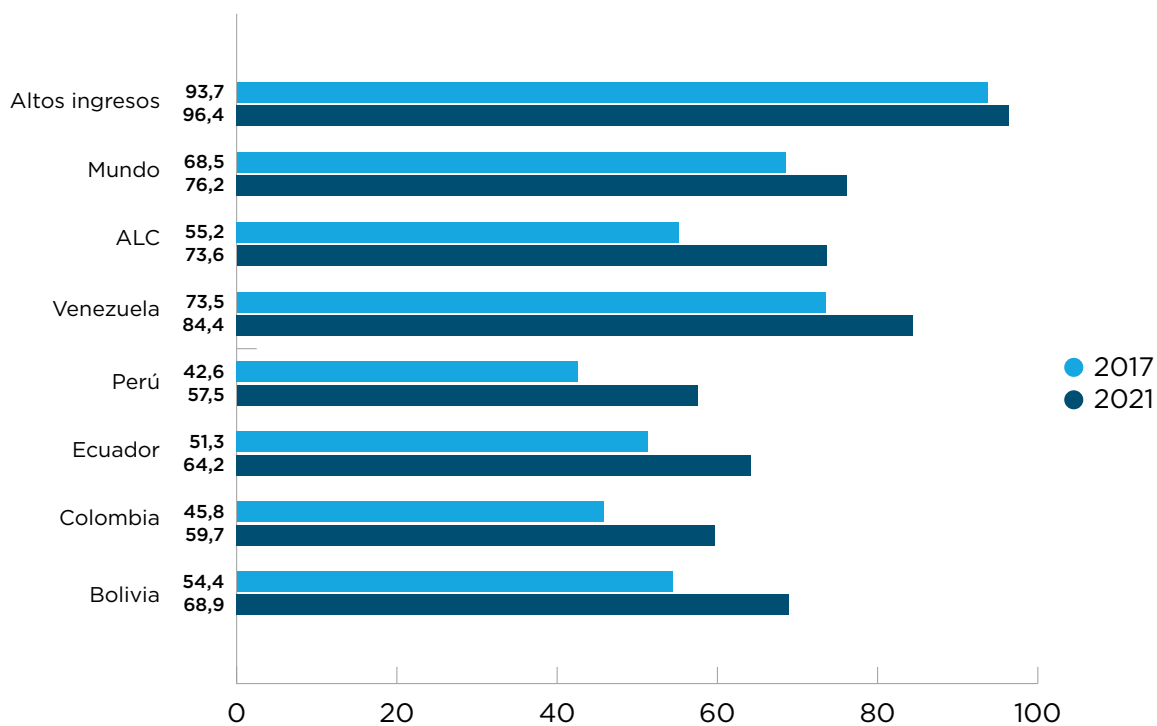
Fuente: Cepal (2020) y Banco Mundial.

Gráfico 4. Digitalización empresarial, 2018 (porcentaje del total de empresas)



Fuente: CEPAL (2020) y Banco Mundial.

Gráfico 5. Personas con cuenta financiera o billetera electrónica (porcentaje de población mayor de 15 años)



Fuente: CEPAL sobre la base de Speedtest OOKLA y Banco Mundial.

Sector extractivo

Históricamente, el sector extractivo ha desempeñado un rol clave en la economía mundial, puesto que es el principal proveedor de los insumos y combustibles necesarios para la generación de infraestructura y la atención de la demanda energética. En tiempos más recientes, el sector extractivo ha tenido que innovar su oferta de metales, minerales y energía para satisfacer las cada vez más complejas necesidades tecnológicas y de diversificación.

El reciente esfuerzo global por cumplir las medidas del Acuerdo de París impone nuevas exigencias para el sector extractivo, ya que aumentará la demanda por combustibles y minerales más limpios en las próximas décadas. Ello se debe a que el desarrollo de tecnologías y energías renovables reúne elementos cruciales para la transición hacia una economía menos dependiente del carbono. Prueba de lo anterior es que la Agencia Internacional de Energía (AIEA, por sus siglas en inglés) proyecta que la demanda por minerales asociados a tecnologías limpias será en 2040 entre 20 y 40 veces mayor a aquella observada en 2020.

En ese sentido, para al menos los próximos treinta años, el sector extractivo deberá desplegar medidas que le permitan cumplir con las expectativas que el mundo tiene sobre él. Dichas expectativas plantean requerimientos en tres distintos frentes: el económico, el ambiental y el social. Para lograr dicho objetivo, una de las principales estrategias identificadas es la adopción de tecnologías disruptivas, entre ellas el uso de TIC, que actualmente ofrecen oportunidades de competitividad y continuidad para el sector extractivo. No obstante, es poco lo que se ha evaluado y estudiado en términos de oportunidades para el sector extractivo a partir de la digitalización, particularmente en América Latina y el Caribe y, por ende, en la región andina.

Para atender esa brecha de conocimiento, el BID encargó a Carbon Trust la realización de un estudio cualitativo sobre el estado de la adopción digital en el sector extractivo en la región andina. Dicho estudio fue abordado a partir de la revisión de estudios de caso y de entrevistas a diversos actores involucrados.

1. En cuanto a los estudios de caso, estos se trataron de ejemplos exitosos de digitalización en la región andina y en el mundo. De esa forma, se evaluó qué estrategias de adopción digital tuvieron mayor éxito, cuáles son las tendencias globales implementables en la región andina, y qué externalidades generaron en términos económicos, ambientales y sociales.
2. En cuanto a las entrevistas, estas apuntaron a profundizar los aprendizajes resultantes de los estudios de caso, resumir las lecciones aprendidas por los impulsores de la digitalización y comprender mejor en qué parte de las cadenas de valor se sitúan las mayores oportunidades de adopción de tecnologías digitales¹⁷.

Factores motivantes de la digitalización en el sector extractivo

A nivel mundial, el principal factor que incentiva la adopción digital en el sector extractivo es la búsqueda de eficiencia y de productividad. Sin embargo, el panorama completo de los factores motivantes de la digitalización varía según el contexto en el que opera la industria extractiva. En el caso particular de la región andina, Carbon Trust (2022) identificó factores en tres grandes dimensiones: social, ambiental y económica.

¹⁷ Para las rondas de entrevistas, se consideraron gerentes empresariales de los sectores minero y tecnológico, hacedores de políticas públicas, así como miembros de asociaciones locales y de organizaciones académicas.

1. Dimensión social. Se refiere a la interacción entre las empresas del sector extractivo y la sociedad, especialmente las comunidades pertenecientes a las zonas donde las empresas operan. Como esas zonas suelen ser áreas remotas con bajo acceso a servicios e infraestructura, sus comunidades tienden a depender del sector extractivo. Sin embargo, aunque las comunidades podrían verse beneficiadas por el empleo generado, también son las primeras en percibir sus consecuencias negativas sobre el medioambiente. Lo anterior representa el principal motivo de descontento social, que afecta la continuidad del sector. En ese sentido, resulta crucial que el sector extractivo renueve su licencia social, es decir, que logre la aceptación por parte de las comunidades aledañas y del público en general.

Un elemento clave para alcanzar la licencia social es la transparencia, que permitiría justamente la adopción de tecnologías digitales que podrían ofrecer grandes oportunidades al sector extractivo. En particular, resulta necesario implementar tecnologías que fortalezcan la transparencia, la rendición de cuentas y la participación ciudadana. La trazabilidad de la información también es importante para que las empresas se hagan responsables de las consecuencias negativas y positivas de sus actividades.

2. Dimensión ambiental. Hace referencia a las consecuencias ambientales de las operaciones de las empresas del sector extractivo, especialmente en sus fases de exploración y extracción. En esta dimensión, el sector extractivo podría apoyarse en tecnologías digitales, como el uso de sistemas de datos y de sensores, para controlar la contaminación, reducir las emisiones de CO₂, así como para prevenir y reducir accidentes como derrames de petróleo y fugas de aguas residuales.

3. Dimensión económica. Está relacionada con las oportunidades económicas para las empresas extractivas y las comunidades locales. Por un lado, la digitalización permite que las empresas del sector extractivo reduzcan sus costos operativos y la incertidumbre en sus operaciones. De esa forma, la industria extractiva ve más probable obtener mejoras en términos de eficiencia y de productividad a lo largo de toda la cadena de valor. Lo anterior, a su vez, permite generar mayores rentabilidades. Por otro lado, las comunidades locales se ven beneficiadas por la generación de empleo, lo que a su vez contribuye a que las empresas puedan renovar su licencia social.

Oportunidades y desafíos en la región andina

A partir de estos factores motivantes para la digitalización, Carbon Trust (2022) identificó una serie de oportunidades y retos que presentan las empresas extractivas en la región:

1. Oportunidades

Las oportunidades que la digitalización ofrece al sector extractivo no solo alcanzan a las empresas, sino también a las comunidades locales y a los gobiernos.

a. Oportunidades para las empresas

- **Mayor conocimiento sobre los recursos extractivos existentes** a partir de tecnologías digitales que eleven la probabilidad de hallar yacimientos más grandes, lo que permitiría ganar eficiencia en las etapas de exploración y perforación.
- **Optimización de materiales y equipos** mediante la generación y el procesamiento de datos en tiempo real. Ejemplos de nuevas eficiencias serían la mejor planificación y uso de materiales y equipos, la reducción del tiempo invertido en tareas administrativas, y la optimización de rutas y movimientos de cargas.
- **Mejor administración del riesgo operativo**, dado que la automatización y el monitoreo en tiempo real elevarían la precisión de los procesos mitigando las fallas, la ampliación del uso de los recursos de la empresa y la ocurrencia de accidentes.
- **Mayor transparencia para una mejor relación con los actores involucrados** a partir de tecnologías digitales como las aplicaciones *blockchain*¹⁸, que facilitan la difusión de información confiable y trazable para una mayor responsabilidad social.

b. Oportunidades para las comunidades locales

- **Oportunidades de empleo.** Aunque la automatización y la operación remota puede desplazar ciertos perfiles laborales, ello podría ser compensado y hasta superado por el inicio de nuevas operaciones extractivas, así como por una mayor demanda por mano de obra calificada en el diseño, uso y mantenimiento de las nuevas tecnologías. Sobre lo último, las empresas podrían invertir en la generación de habilidades digitales, que se traduciría en trabajadores mejor remunerados.
- **Mitigación del riesgo de accidentes laborales** mediante el uso de tecnologías (sensores, alarmas, monitores, entre otros) y métodos (automatización, simulaciones, Data Analytics, entre otros) que permitan ajustar las operaciones y anticipar problemas con la finalidad de reducir la exposición de los trabajadores a situaciones de riesgo.
- **Valor compartido con las comunidades aledañas.** La mayor digitalización de la industria extractiva puede propiciar la mejora de la conectividad en las comunidades locales, lo que abre oportunidades de educación mediante herramientas electrónicas. Además, la mayor transparencia generada por las tecnologías digitales permitiría que las personas sean más conscientes del impacto del sector extractivo en su localidad. Por otro lado, las empresas más pequeñas pueden ganar confianza para hacer inversiones tecnológicas al tener a las empresas más grandes como referencia. Finalmente, la digitalización reduce las barreras que limitaban la participación femenina en el sector extractivo propiciando su empoderamiento.

¹⁸ *Blockchain*, o cadena de bloques, es un libro de contabilidad digital distribuido que almacena datos de cualquier tipo.

- **Menores repercusiones sobre el medioambiente.** Según el Foro Económico Mundial (2017), la digitalización del sector extractivo podría aminorar las emisiones globales de CO2 en 610 millones de toneladas en un lapso de diez años, lo que equivaldría a USD 30 millones. Además, la prevención de accidentes también ayudaría a reducir la emisión de CO2. Por otra parte, la adopción de tecnologías digitales permitiría recabar información sobre el verdadero impacto del sector sobre la calidad del aire.

c. Oportunidades para los gobiernos

- **La digitalización del sector extractivo puede traducirse en ingresos tributarios más altos para los gobiernos.** Ello se daría como resultado de empresas extractivas más rentables y de trabajadores mejor remunerados.
- **La transparencia sobre el desempeño de la industria extractiva atraerá nuevos inversores** cada vez más comprometidos con los criterios de gobernanza corporativa, social y medioambiental (ESG, por sus siglas en inglés).

2. Desafíos

Aprovechar las oportunidades que la digitalización requiere que se superen ciertos obstáculos que hoy afronta el sector extractivo. Carbon Trust (2022) identificó los siguientes desafíos:

- **Falta de mano de obra calificada en tecnología digital,** que haga posible percibir los beneficios de la digitalización.
- **Restricciones financieras,** debido a que los proyectos de innovación y de pruebas de tecnologías son inversiones de alto riesgo.
- **Inadecuado apoyo de los gerentes,** resultado de una elevada aversión al riesgo de adoptar nuevas tecnologías disruptivas, y de un bajo nivel de conocimiento y consciencia tecnológicas que impide visualizar los beneficios de mediano y largo plazo.
- **Desarticulación entre la academia y la industria.** La academia cuenta con la capacidad de generar conocimientos, pero enfrenta limitaciones de recursos. En tanto, la industria, que cuenta con recursos, no presenta estrategias definidas para desarrollar soluciones tecnológicas.
- **Déficit en el acceso y calidad de los recursos,** especialmente los relacionados con la infraestructura y la conectividad.

Políticas públicas para una mayor digitalización en el sector extractivo

Para profundizar la digitalización en el sector extractivo, no solo se requiere acciones por parte de las empresas. También se requiere el involucramiento de los gobiernos mediante regulaciones orientadas a maximizar los beneficios de la digitalización desde una perspectiva social. Con ese fin, Carbon Trust (2022) plantea diversas propuestas de políticas públicas bajo cuatro aristas claves:

- **Manejo de datos y sistemas de información**

- Definir estándares de formatos de información que viabilice la interoperabilidad entre empresas, comunidades y gobiernos.
- Adaptar el marco legal de la seguridad y privacidad de datos para evitar el robo y el mal uso de la información.
- Propiciar la educación y el entrenamiento en capacidades digitales.
- Proveer de capital humano calificado y recursos digitales a los gobiernos subnacionales para que acompañen los esfuerzos y estrategias de digitalización.

- **Transparencia y trazabilidad**

- Crear, administrar y regular sistemas de información que permitan medir el desempeño del sector extractivo desde una perspectiva social, económica y ambiental, así como compararlos con umbrales de desempeño mínimo.

- **Ecosistemas digitales**

- Impulsar la creación y regulación de ecosistemas digitales que conecten a las empresas, los proveedores, las comunidades locales, la sociedad civil y los gobiernos. Estos ecosistemas digitales generarían mayores oportunidades de crecimiento en la industria extractiva a lo largo de toda la cadena de valor y sería regulada y fiscalizada por los gobiernos y la sociedad.

- **Barreras a la innovación**

- Fortalecer la coordinación entre la academia y la industria mediante la creación de centros piloto y de capacitación en nuevas tecnologías.
- Mantener un seguimiento y asesoramiento adecuados a las empresas grandes porque sus decisiones de digitalización suelen ser replicadas por las empresas más pequeñas.
- Promover tecnologías digitales orientadas a facilitar una mayor comprensión de los recursos existentes, la optimización de materiales y equipos, y la prevención de accidentes y fallas.

Sector no extractivo

Con la finalidad de analizar el impacto del uso y adopción de TIC en el sector no extractivo de la región andina se utilizaron diferentes estudios realizados por el BID. Un elemento distintivo sobre la adopción digital para cualquier empresa en cualquier sector está asociado con su tamaño, ya que —como se describirá a continuación— las brechas de adopción digital son mucho mayores para las mipymes.

Dado que la mayoría de las empresas no extractivas en los países de la región andina son mipymes, se hace hincapié en analizar la adopción digital de estas empresas al inicio de esta subsección. Los hallazgos —y las implicaciones que de ellos derivan— están fundamentados en la aplicación de la encuesta Chequeo Digital, encuesta de autodiagnóstico enfocada en las mipymes de la región. Esta herramienta, que es propiedad del BID, fue desarrollada en colaboración con la Fundación País Digital de Chile. Hoy en día está disponible en catorce países, en donde más de 20.000 mipymes han completado su evaluación.

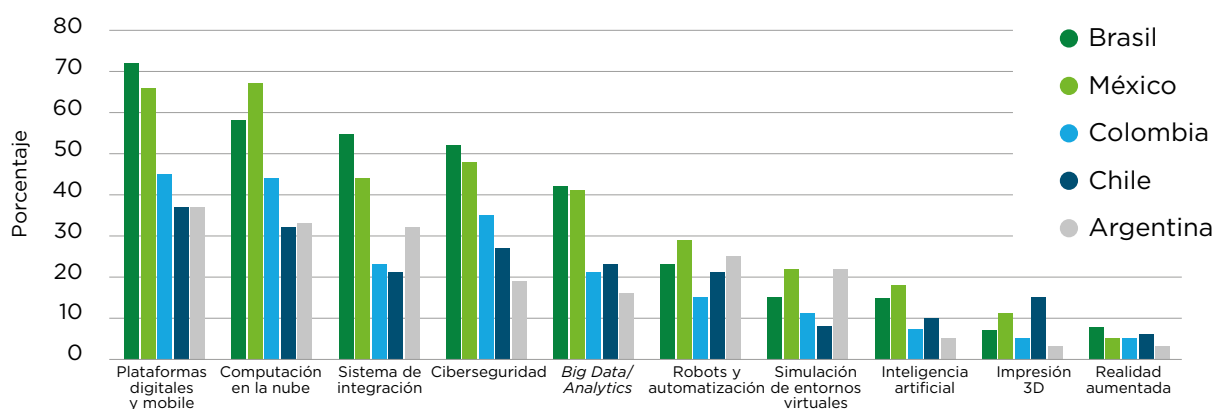
De los catorce países que han ejecutado la herramienta, solo dos países de la región andina, Ecuador y Venezuela, iniciaron su participación en el proyecto en 2021. En Colombia, el proyecto inició en agosto de 2022, por lo que todavía no se tiene una masa crítica de respuestas al cuestionario. El BID continúa sus esfuerzos para lograr ejecutar la herramienta en los dos países restantes de la región, Bolivia y Perú.

A continuación, se presentan los resultados de Chequeo Digital.

Contexto de transformación digital para las mipymes

La región de ALC enfrenta retrasos significativos en términos de transformación digital empresarial, en particular en el segmento de las mipymes. La adopción empresarial de tecnologías y aplicaciones digitales está muy por debajo de los niveles de adopción de países en economías avanzadas. Por ejemplo, la proporción de empresas con un sitio web es del 78% en países de la OCDE, mientras que en ALC es del 55%. Además, las brechas de uso de TIC se agrandan con las tecnologías más sofisticadas, tales como la inteligencia artificial o la realidad aumentada y en particular, en el segmento de las mipymes. De hecho, la brecha en las empresas con sitios web entre ALC y la OCDE es de solo 5 puntos porcentuales para las grandes empresas en comparación con una brecha de 24 puntos porcentuales para las pequeñas empresas.

Gráfico 6. Mayores brechas en tecnologías digitales avanzadas

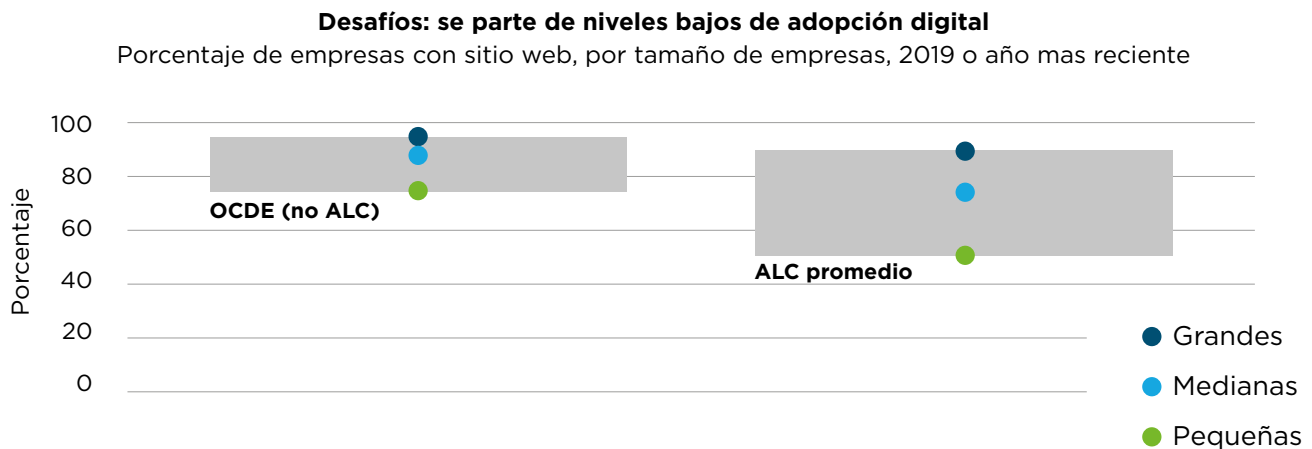


Fuente: datos de Basco *et al.*, 2020, p 51 tabla 2.6. Datos 2019.

Notas: resultados de la encuesta Adopción Tecnológica, Empleo y Comercio Internacional (EATEC) que fue realizada entre 2018 y 2019 a más de 1.100 empresas en Argentina, Chile, Brasil, México y Colombia (entre 200 y 250 empresas por país) en los sectores más relevantes para la integración comercial regional y el porcentaje de empresas que respondieron a la pregunta en la encuesta que utilizan la tecnología y la consideran un aspecto central de su negocio. De estas empresas, 72% son pequeñas o microempresas (cuentan con menos de 50 empleados) y 19% tienen entre 50 y 200 empleados y solo 9% tienen más de 200 empleados.

Además, existe una alta heterogeneidad de adopción y uso de tecnologías digitales dentro del tejido empresarial en la región de ALC. En efecto, se observan menores niveles de uso de tecnologías digitales entre las empresas de menor tamaño, y el segmento de las mipymes se encuentra en niveles muy incipientes de transformación digital.

Gráfico 7. Niveles de adopción digital



Fuente: elaboración propia.

Existe una serie de obstáculos que limitan la adopción y puesta en valor de estas tecnologías en las empresas, especialmente en las mipymes. Se pueden destacar los siguientes **seis desafíos claves** relacionados con la transformación digital empresarial:

- **Problemas de información.** Desconocimiento de los beneficios de las tecnologías digitales y, para aquellos que los conocen, falta de información sobre las tecnologías y los proveedores disponibles.
- **Restricciones de conectividad.** Si bien ha aumentado notablemente el acceso a internet en la región, tal y como se desarrolló en la primera sección, sigue habiendo brechas importantes en asequibilidad y calidad de la conexión así como en el acceso a dispositivos.
- **Escasez de talento con capacidades digitales.** Actúa como limitante de la capacidad de las empresas para absorber y sacar provecho de las tecnologías digitales.
- **Limitaciones en el acceso a financiamiento.** Asociadas a la dificultad de financiar proyectos de transformación o innovación digital de alto riesgo e incertidumbre.
- **Incipiente desarrollo del sector de TIC y servicios de apoyo vinculados.** Ambos sectores son claves para impulsar la transformación digital de una economía. Además, existen fallas de articulación entre el sector tecnológico y las aplicaciones sectoriales de las nuevas tecnologías.
- **Regulación limitada.** Particularmente en el manejo, privacidad y seguridad de datos y desafíos de interoperabilidad, lo cual afecta la velocidad del cambio digital. Por otro lado, un marco regulatorio

obsoleto que tarda en actualizarse para incorporar las nuevas posibilidades digitales ralentiza el proceso de desarrollo, prueba y adopción de nuevas aplicaciones tecnológicas.

Chequeo Digital

En vista de la necesidad de actuar ante los desafíos previamente planteados, en 2019 nace Chequeo Digital, una herramienta de autodiagnóstico digital enfocada en las mipymes de la región. Esta herramienta fue desarrollada en colaboración con la Fundación País Digital de Chile, y actualmente está disponible en catorce países, en donde más de 20.000 mipymes han completado su evaluación.

La herramienta permite realizar un autodiagnóstico en menos de 25 minutos y obtener resultados inmediatos sobre el “nivel de madurez digital”. El reporte de resultados se genera tomando como base la evaluación de ocho dimensiones y tres condiciones que caracterizan a la empresa, facilitando una imagen completa de su nivel de digitalización y examinando los requisitos necesarios para avanzar hacia la transformación digital.

Figura 4. Modelo de medición de madurez digital

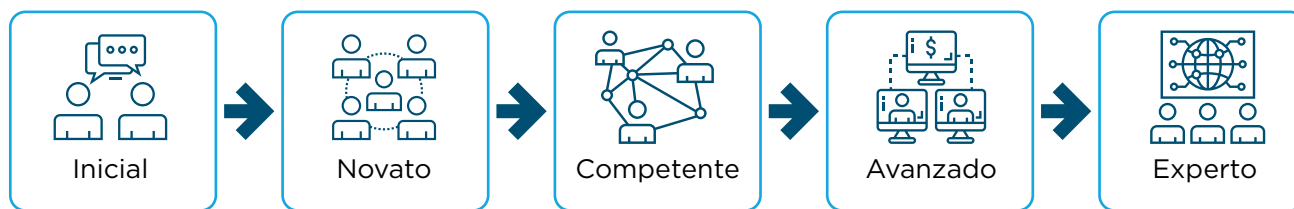


Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Dimensiones de la madurez digital

| | |
|--|---|
| Estrategia y transformación digital | Evalúa la existencia de cambios que contribuyan a aprender e implementar tecnologías digitales dentro de la pyme. Para un máximo provecho de los beneficios y oportunidades de las tecnologías digitales, es necesario que el modelo de negocios se adapte a las prácticas que propician el desarrollo tecnológico. |
| Cultura y liderazgo | Se refiere a las formas en que la pyme se adapta ante las oportunidades y desafíos que implica la implementación de tecnologías digitales. Considera el cambio de la cultura organizacional y la ejecución de las tareas diarias. En términos prácticos, ello puede ser observado a través de la entrega de incentivos tangibles e intangibles para que los trabajadores hagan uso de las tecnologías digitales. |
| Productos e innovación | Las tecnologías digitales permiten hacer el trabajo de distintas formas y, gracias a ello, ofertar o modificar los productos o servicios de formas que antes no se consideraban. Esta dimensión evalúa diversos modos en que la aplicación de tecnologías digitales posibilita agregar un valor diferenciador a su pyme. |
| Personas y organización | El uso de tecnologías digitales implica cambios en el quehacer diario de la empresa y en la forma en que se relacionan los trabajadores. Concretamente, esta dimensión aborda la forma en que los trabajadores han adaptado el uso de tecnologías digitales en su cotidianidad. |
| Comunicaciones | Las tecnologías digitales implican nuevos canales de comunicación con los clientes y les permiten participar de sus decisiones de compra, a través de la generación de una oferta que se ajusta a sus gustos y necesidades. Para realizarlo, la utilización de canales digitales de comunicación es fundamental. Permiten relacionarse directamente con los clientes, responder sus inquietudes y ofrecer los servicios y productos según sus requerimientos. |
| Procesos | Mediante las tecnologías digitales es posible actualizar las formas en que se generan los productos o el modo en que se prestarán los servicios. La dimensión de procesos evalúa el grado en que se están aplicando las tecnologías digitales para optimizar los diferentes aspectos de la pyme. |
| Datos y analítica | La implementación y uso de tecnologías digitales en la pyme otorgan la posibilidad de conocer, a través de la generación y análisis de datos, información de la gestión de la pyme y orientar así la toma de decisiones. El análisis de datos permite conocer las características de las ventas realizadas, las decisiones de compra de los clientes y las nuevas necesidades del mercado, entre otras cosas. |

Cada una de las dimensiones recoge aspectos específicos de la digitalización, como la presencia de herramientas digitales en las actividades internas de una empresa, los medios de comunicación utilizados para mantener contacto las distintas partes interesadas, el grado de importancia que tiene el análisis de datos en la toma de decisiones, entre otros, arrojando un resultado que señala cinco posibles niveles de madurez:

Figura 5. Niveles de madurez digital


Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5. Niveles de madurez digital de una mipyme

| | |
|--|--|
|  Inicial | <p>› En términos generales, esto indica que la mipyme aún no cuenta con las habilidades ni conocimientos básicos para comenzar el proceso de desarrollo digital. Carece del desarrollo de tecnologías digitales en el quehacer diario del negocio.</p> |
|  Novato | <p>› La mipyme se posiciona en una etapa inicial de implementación de tecnologías digitales. En términos concretos, representa la existencia de habilidades digitales básicas dentro de las personas que conforman el negocio, por lo que se ha comenzado el proceso que conlleva la madurez digital.</p> <p>› La organización ha empezado a integrar tecnologías digitales que suplen necesidades de distintas áreas. Esto ofrece una base para desarrollar y consolidar tecnologías, adaptándolas de modo estratégico.</p> |
|  Competente | <p>› La mipyme domina los elementos básicos que componen la madurez digital. Ha progresado en los conocimientos y el desarrollo de iniciativas vinculadas a la aplicación de tecnologías digitales en el negocio. Las capacidades técnicas posicionan a la mipyme como una organización competente en materia de tecnologías digitales, obteniendo una ventaja competitiva, en comparación con empresas similares que se encuentran en un nivel inferior de madurez digital.</p> |
|  Avanzados | <p>› La mipyme ha aplicado tecnologías digitales especializadas para las características particulares de su negocio. Existe inversión en recursos tecnológicos, en formación de habilidades o conocimientos técnicos del personal que forma parte de la mipyme.</p> |
|  Expertos | <p>› La aplicación de tecnologías digitales ha permitido a la mipyme aumentar la eficiencia y eficacia del trabajo diario, generando efectos positivos y en crecimiento tanto en la oferta de sus productos o servicios, como en la captación y fidelidad de sus clientes. Existe una cultura digital que fomenta el desarrollo constante de nuevas instancias y oportunidades tecnológicas.</p> |

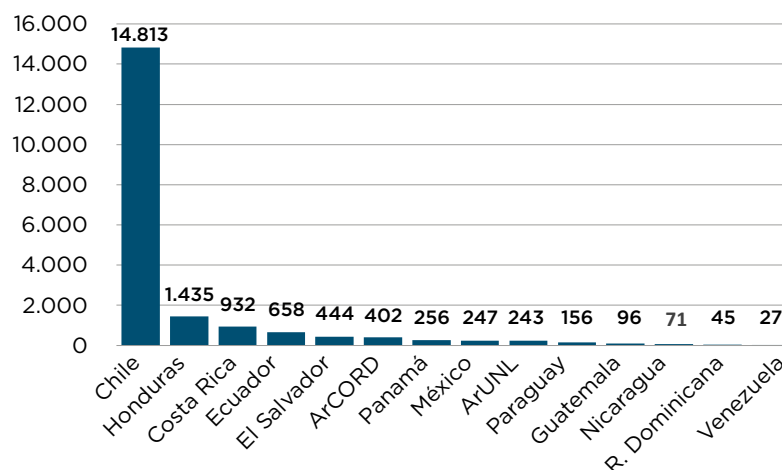
La utilidad de Chequeo Digital radica en su habilidad para ayudar a resolver varios de los desafíos expuestos anteriormente. Por un lado, la falta de conocimiento sobre los aspectos fundamentales de un proceso de digitalización, como son las tecnologías digitales asociadas y sus beneficios, se convierte en la principal barrera de entrada de las TIC a nivel de empresa. Por otro lado, la política pública de apoyo a la transformación digital de mipymes en la región apenas tiene información sobre la situación digital de las mipymes, lo cual dificulta el diseño de intervenciones de política efectivas. No todos los países cuentan con encuestas de uso de TIC y, los que las tienen en muchos casos no son capaces de mantenerlas adecuadamente actualizadas. Entre los países que cuentan con cuestionarios, existe también un desafío de comparabilidad de estos datos a nivel regional, dado que se han levantado con metodologías y cuestionarios distintos.

Chequeo Digital permite tanto a las mipymes como a las instituciones públicas, privadas y académicas vinculadas a programas de apoyo a la transformación digital de las mipymes a generar acciones concretas para resolver estos desafíos. En lo que concierne a las empresas, Chequeo Digital permite a una mipyme medir su nivel de madurez digital y entender los conceptos claves de la digitalización y sus beneficios; obtener recomendaciones personalizadas; y tener acceso a la oferta de recursos disponibles a nivel local (capacitación, herramientas y apoyo financiero, entre otros). En lo que concierne a las instituciones privadas, públicas y académicas, Chequeo Digital permite consolidar y articular la oferta de servicios de apoyo a la transformación digital empresarial en una ventanilla única; y utilizar inteligencia de datos para informar de una mejor manera los esfuerzos de política pública necesarios para disminuir la brecha digital de las mipymes.

Resultados en ALC

A junio de 2022, más de 20.000 empresas pertenecientes a trece países han realizado el Chequeo Digital en la región¹⁹. Aproximadamente tres de cuatro mipymes chequeadas se ubican en Chile, dado que la herramienta fue inicialmente transferida al Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile en el 2019 (ver el Gráfico 8).

Gráfico 8. Total de empresas que atendieron al Chequeo Digital

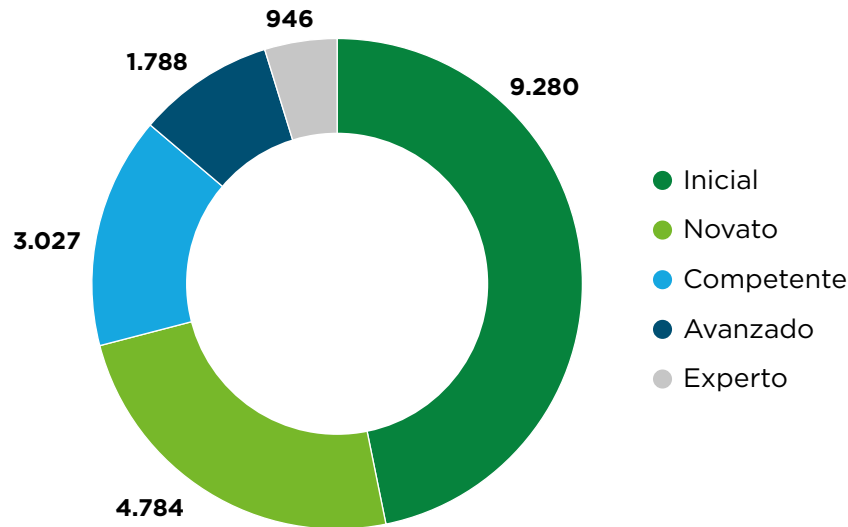


Fuente: elaboración propia.

¹⁹ Para efectos comparativos, no se toman en cuenta los datos de Uruguay. En efecto, en Uruguay se cuenta con la versión actualizada 2.0 del Chequeo Digital, que fue transferida a los otros países hasta fines del 2022.

A partir de los resultados para estos países, se evidencia un estado de madurez digital inicial para el 47% de las empresas, seguido por un 24% en el nivel novato y un 15% en el nivel intermedio/competente.

Gráfico 9. Madurez digital en la ALC



Fuente: elaboración propia.

Con relación a cada dimensión evaluada, que se presenta en el Gráfico 10, se puede observar que la dimensión de Datos y analítica (primera fila, primera columna del Gráfico 10) presenta una de las mayores debilidades. La mayoría se encuentra en un nivel inicial con un 72% de las empresas evaluadas. La segunda dimensión con mayor debilidad es Personas y organización con un 63% de las empresas con un nivel inicial de nivel inicial de madurez digital (primera fila, segunda columna del Gráfico 10).

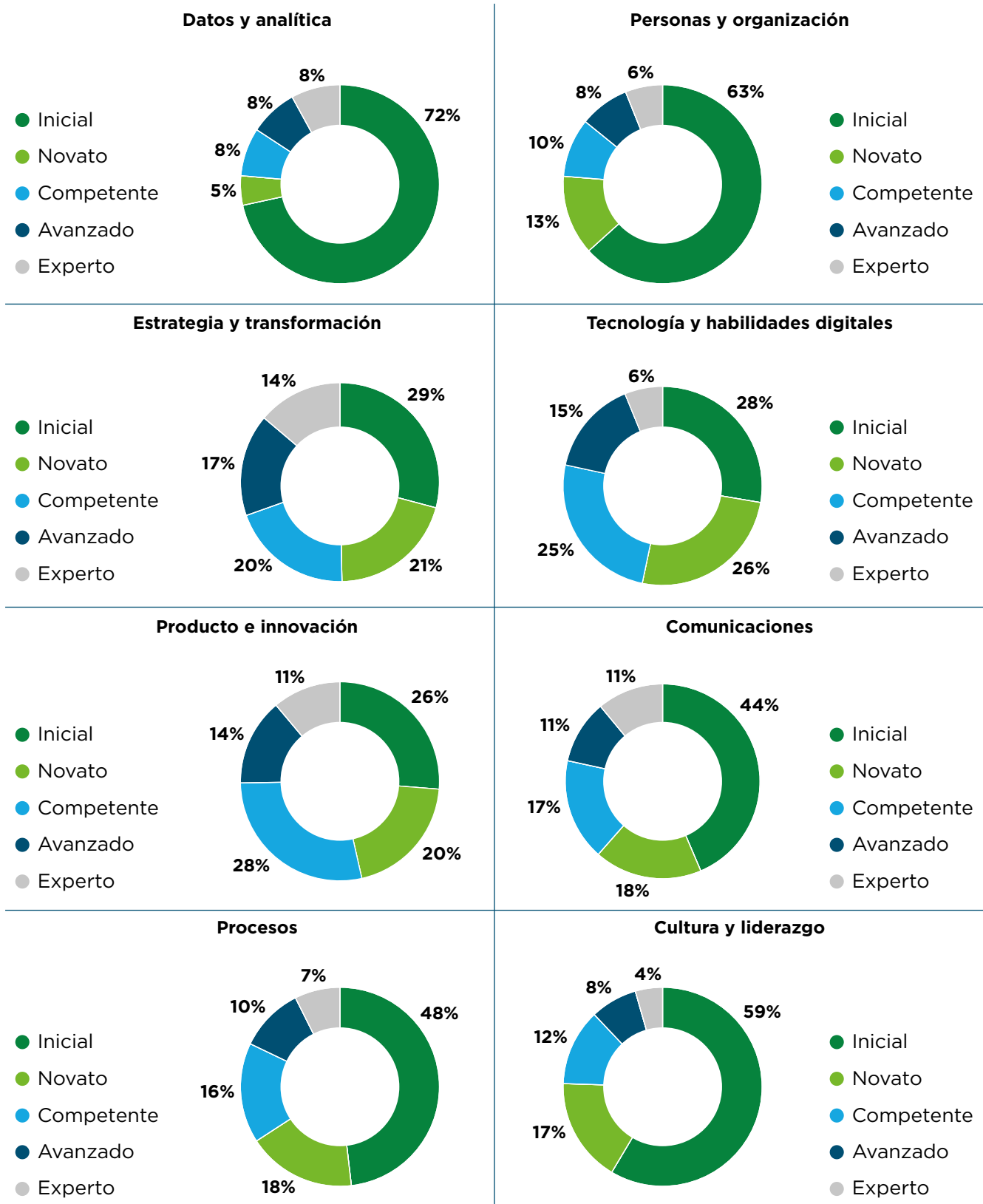
La dimensión donde las mipymes tienen un mejor desempeño es la de Estrategia y transformación digital (segunda fila, primera columna del Gráfico 10), con un 17% de las empresas evaluadas en un nivel avanzado, seguido por un 14% en nivel experto. Esta dimensión evalúa la existencia de buenas prácticas que contribuyen a aprender e implementar tecnologías digitales dentro de la mi pyme.

La dimensión de Tecnología y habilidades digitales (segunda fila, segunda columna del Gráfico 10) también tiene un buen resultado en la evaluación, en comparación con las otras dimensiones, donde un 15% de las empresas evaluadas tienen un nivel avanzado de madurez. Esta dimensión mide el uso de tecnologías digitales disponibles en la mipyme, así como la existencia de habilidades necesarias para su uso.

La dimensión Producto e Innovación (tercera fila, primera columna del Gráfico 10) —que evalúa el cambio cultura organizacional propicio a la transformación digital— es la que presenta mayor presencia de empresas con estado novato e intermedio.

Para las dimensiones de Comunicaciones (tercera fila, segunda columna del Gráfico 10), Procesos (cuarta fila, primera columna del Gráfico 10) y Cultura y liderazgo (cuarta fila, primera columna del Gráfico 10), si bien el nivel de madurez inicial es el que lidera el estado de las empresas, con un 44%, 48% y 59% respectivamente, existe una distribución más homogénea entre el resto de los niveles de madurez.

Gráfico 10. Dimensiones de la madurez digital en ALC



Fuente: elaboración propia.

Implicaciones

Baptista (2021) señala que no todas las dimensiones que integran el índice de madurez digital entrañan la misma complejidad para las empresas relevadas, lo cual puede corresponder a diferentes etapas del proceso de digitalización, e inclusive pueden no tener igual pertinencia para distintos tipos de empresas, lo que sugiere que existen distintos tipos de trayectorias y patrones de digitalización empresarial. Esto se ve complementado en Dini *et al.* (2021), en donde se señala que el proceso de digitalización no sigue patrones predefinidos, ni existe un trayecto óptimo que las empresas deben emprender. Los cambios son graduales y pueden analizarse por etapas (Dini *et al.* 2021).

Al analizar a fondo los resultados de la región y los de Chequeo Digital, Baptista (2021) profundizó en los resultados de Chile para la identificación de patrones de digitalización empresarial²⁰.

A partir del estudio fue posible constatar que existe una correlación entre el tamaño de la empresa y su grado de digitalización. Las empresas de mayor tamaño tienen niveles más avanzados de digitalización, y el componente sectorial ejerce una influencia sustantiva en los patrones de digitalización de las empresas. Además, el estudio destaca una fuerte correlación positiva entre el grado de dependencia de las empresas del uso de las tecnologías digitales para el éxito de su negocio y el grado de adopción de dichas tecnologías.

Adicionalmente, se destacan cuatro conclusiones que no solo se ven reflejadas en los datos extraídos para Chile, sino que se pueden aplicar para toda la región de ALC:

- i. La transformación digital es una trayectoria que requiere de precondiciones:** hay un alto grado de sensibilización sobre los beneficios de las tecnologías digitales por parte de los evaluados, en donde existe un menor nivel de adopción y capacidades en relación con el nivel de dependencia de las tecnologías. Además, se destacan como restricciones a la digitalización la falta de conocimiento, la disponibilidad de habilidades digitales y la infraestructura apropiada, entre otras.
- ii. El proceso de comercialización es la puerta de entrada:** un alto porcentaje de empresas incorpora tecnologías digitales a sus procesos de comercialización, seguido por la incorporación a sus procesos de gestión y un porcentaje mucho menor tiene incorporadas tecnologías digitales de manera transversal en todos sus procesos. Por otro lado, la mayoría de las empresas tienen presencia en línea, pero la frecuencia de actualización de los materiales publicados es heterogénea.
- iii. Existe un sesgo hacia la adquisición de tecnología:** la mayor restricción está en el desarrollo de habilidades digitales y no en la disponibilidad de equipamiento tecnológico. Según los datos, existe un mayor nivel de disponibilidad de equipamiento tecnológico que de habilidades digitales.
- iv. Brecha entre generación de información y análisis de datos:** muy pocas empresas realizan un análisis de datos para mejorar y personalizar sus productos y procesos.

La comunicación digital es un avance en la mayoría de las organizaciones, incluso en aquellas que tienen un nivel más bajo de digitalización. La mayoría de las empresas buscan los medios digitales para comunicarse con sus clientes, por lo que se puede sugerir como un primer paso para el proceso de transformación digital.

²⁰ Estudio realizado el año 2021 denominado "Patrones de Digitalización Empresarial en Chile: análisis multivariado en base al Chequeo Digital (2019-2021)". A la fecha, las pymes chilenas representaban el 75% de los chequeos realizados.

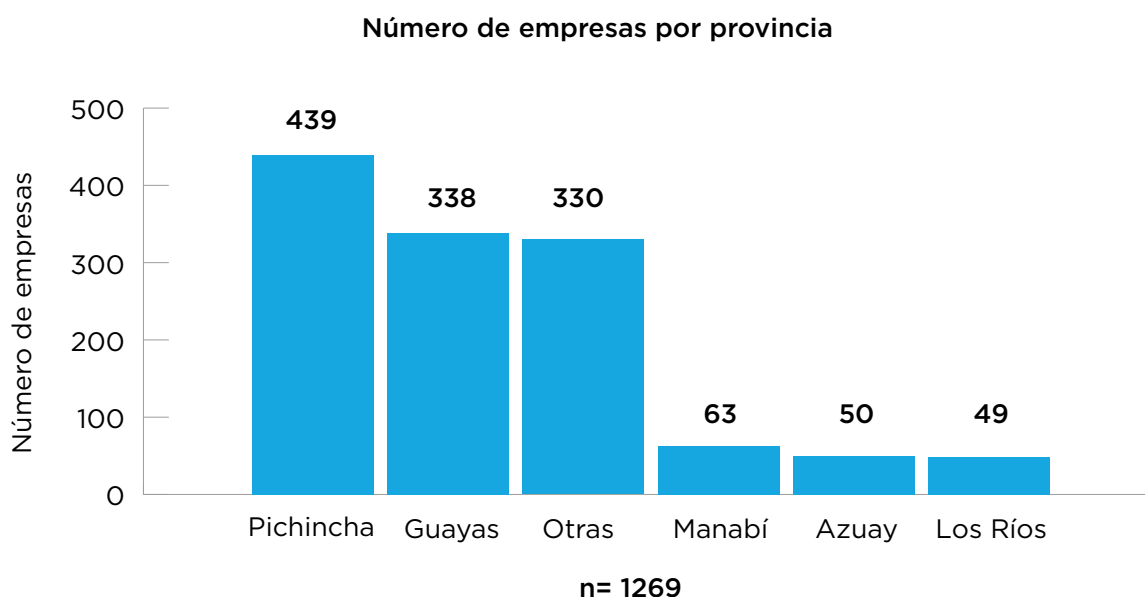
Resultados en Ecuador

En Ecuador, algunas condiciones parecen favorecer un aumento en los niveles de digitalización empresarial. De acuerdo con Microsoft (2022), en el país nueve de cada diez pymes aceleraron su proceso de transformación digital durante la pandemia. Igualmente, el uso del internet y del comercio electrónico se habrían incrementado. Sin embargo, los niveles de madurez digital presentados por Campoverde y Granda (2021) muestran que el 69% de las firmas se encuentran en los niveles más bajos de digitalización. A pesar de la poca madurez digital, las empresas ecuatorianas muestran una buena actitud hacia la digitalización, pero poseen bajos niveles de conocimiento en la materia.

Caracterización de las empresas

Hasta noviembre del 2022, 1.269 empresas han realizado el Chequeo Digital en Ecuador. Se obtuvieron respuestas de empresas de diferentes regiones del país, con la mayor cantidad de estas localizadas en las provincias de Guayas y Pichincha, como se muestra en el Gráfico 11.

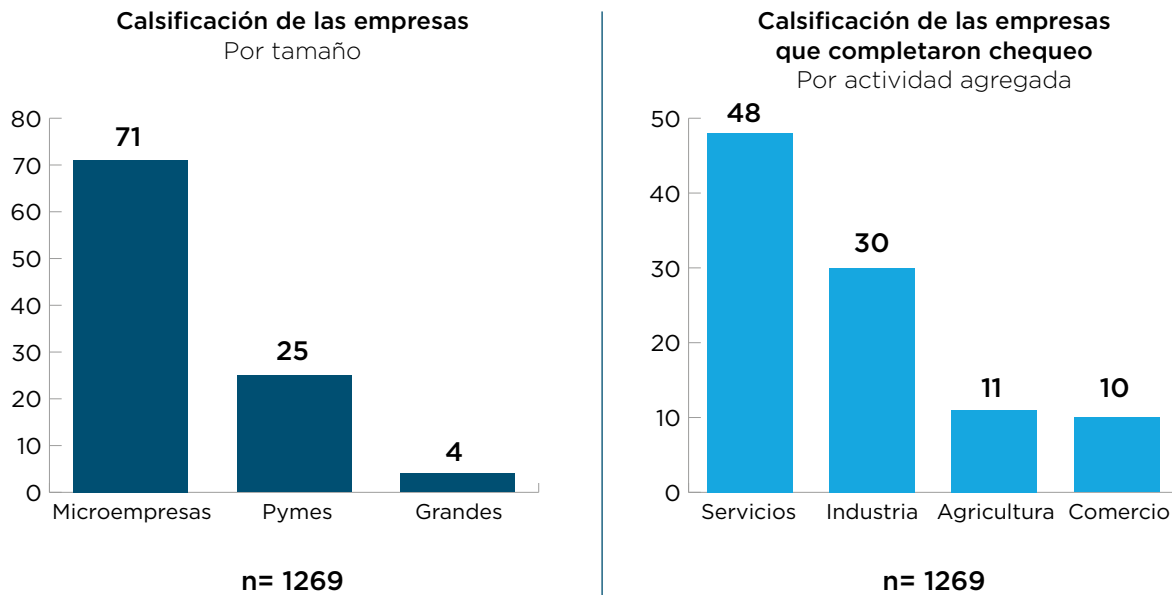
Gráfico 11. Localización geográfica de empresas Chequeo Digital Ecuador



Fuente: Campoverde y Granda (2022).

Las empresas se pueden agrupar según su tamaño y sector económico de acuerdo con la clasificación de ingresos de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SCVS). Siguiendo dicho criterio, se agruparon a las empresas pequeñas y medianas como pymes. Por sector económico, se observa que el 78% de las empresas se ubican en sectores como manufactura y servicios. El Gráfico 12 presenta estas clasificaciones.

Gráfico 12. Clasificación de empresas por tamaño y sector económico

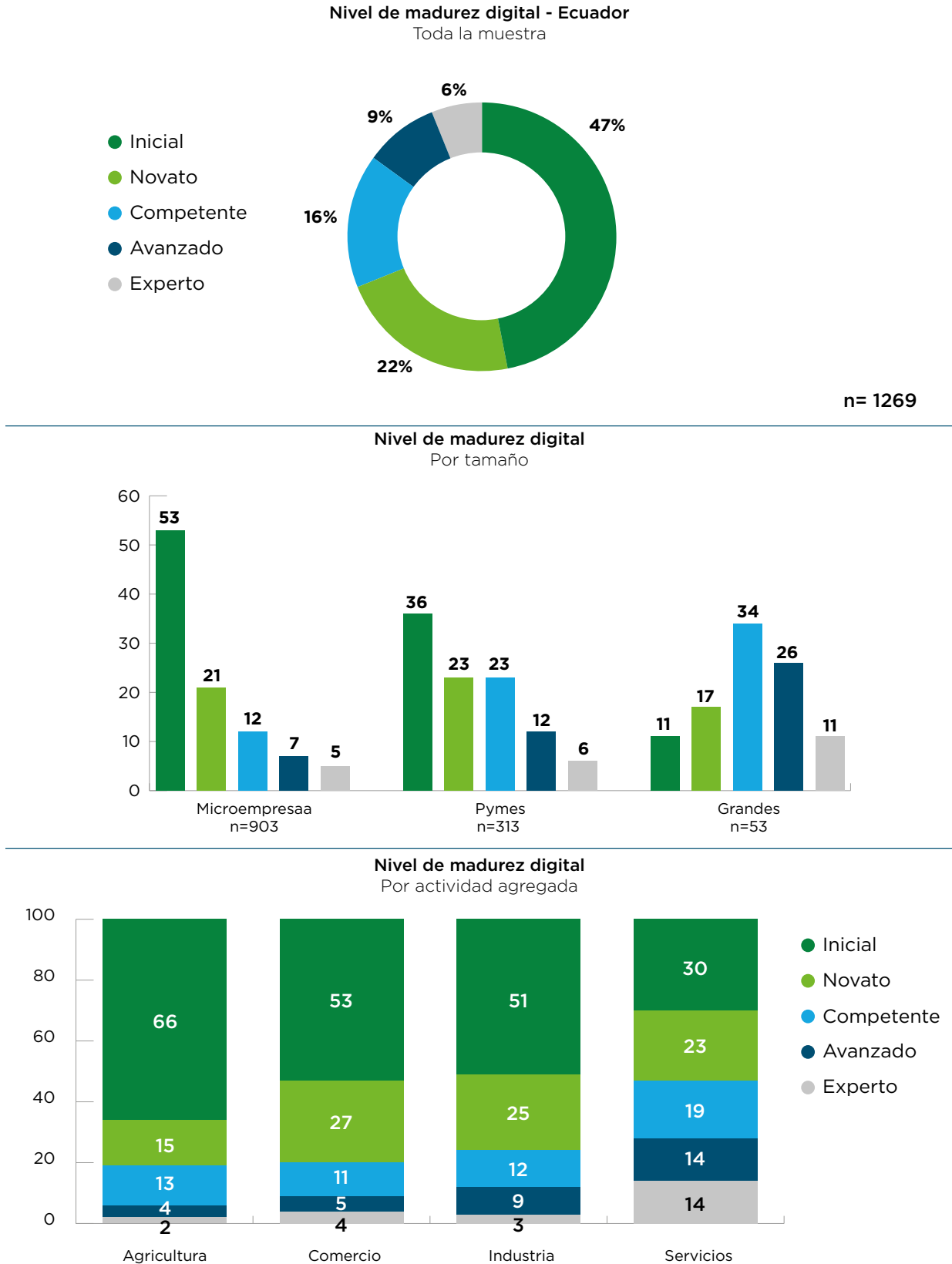


Fuente: Campoverde y Granda (2022).

A nivel general, la mayoría de las empresas que han respondido al autodiagnóstico se encuentran en una etapa temprana de digitalización, específicamente un 47% de las empresas pertenece al nivel inicial y un 22%, al nivel novato. En estos niveles, las empresas tienen personal que no cuenta con las suficientes habilidades digitales y no saben utilizar tecnologías digitales, o si las poseen, estas están en un nivel muy básico.

El Gráfico 13 a continuación muestra que una alta proporción de microempresas y pymes se encuentran en los niveles inicial y novato, mientras que las grandes empresas tienen en promedio un mayor nivel de madurez digital. Las diferencias pueden deberse a los recursos disponibles en las empresas grandes para adquirir tecnologías, contratar expertos para apoyar sus procesos de transformación digital, y a la posibilidad de contratar talento mejor calificado. Cuando se analiza la madurez digital en los sectores económicos a los que pertenecen las empresas, se observa que los sectores de agricultura y comercio muestran mayores porcentajes de empresas en niveles básicos de madurez digital.

Gráfico 13. Nivel de madurez digital por tamaño y sector económico Chequeo Digital Ecuador



Fuente: Campoverde y Granda (2022).

Niveles de madurez digital por dimensión

La dimensión Tecnología y habilidades digitales analiza la aplicación de tecnologías en las actividades diarias de las empresas, el uso de estas por los empleados, y si poseen las habilidades que necesitan para su manejo. Se encontró que cerca del 50% de las empresas tienen niveles bajos en esta dimensión, específicamente aquellas en nivel inicial, lo que sugiere que no parecieran tener tecnologías disponibles en su negocio y una ausencia de habilidades digitales (primera fila, primera columna del Gráfico 14). En la caracterización por tamaño de empresa, se observan que las microempresas se encuentran en mayor proporción en niveles bajos de madurez, las pymes tienen una distribución simétrica, mientras que las grandes empresas cuentan con una alta proporción de empresas en niveles avanzado y experto.

La dimensión Producto en innovación (primera fila, segunda columna del Gráfico 14) analiza las formas en que las tecnologías digitales permiten realizar las actividades de manera diferente dentro de las empresas, con la finalidad de entregar un valor agregado en los productos o servicios que se ofrecen. La encuesta destaca que un 56% de las empresas se encuentran en los niveles bajos de madurez, las empresas del nivel inicial (36%) no logran diferenciar sus productos debido a que ejecutan procesos similares a sus competidores, mientras que en el nivel novato, ha surgido el interés por hacer que los productos sean distintos al resto. En relación con el tamaño, se observa que la mayoría de las microempresas y pymes se encuentran en los niveles inicial y novato, es decir, no están diferenciando sus productos mediante el uso de tecnologías digitales. Por otro lado, existe un gran número de empresas grandes en los niveles avanzado y experto, denotando que este tipo de empresas ya está diferenciando sus productos con el soporte de las tecnologías digitales.

La dimensión Estrategia y transformación digital analiza los cambios que han realizado las empresas con la finalidad de adoptar tecnologías digitales y beneficiarse de ellas. Se observa que un 61% de las empresas se encuentran en los niveles más bajos de madurez digital. Esto implica, en el nivel inicial, por ejemplo, que las empresas no han realizado cambios en la estructura organizacional para iniciar la transformación digital, mientras que, en el nivel novato, se están empezando a considerar los cambios necesarios para empezar este proceso de transformación, a pesar de que la empresa mantiene su estructura tradicional (segunda fila, primera columna del Gráfico 14). A nivel de tamaño, se observa que a las empresas se les dificulta el adaptar sus modelos de negocios para acoger las tecnologías digitales. Cerca del 50% de las microempresas no han realizado cambios para aumentar la madurez digital. En las pymes ya se observa que un 26% de las empresas está empezando a considerar estos cambios; mientras que, en las grandes, se observan porcentajes elevados en los niveles avanzado y experto, donde la modificación del modelo de negocios ha sido importante, patrón que se mantiene a nivel general y de cada dimensión.

La dimensión Personas y organización (segunda fila, segunda columna del Gráfico 14) analiza la adaptación de los empleados para utilizar tecnologías digitales en sus actividades diarias, específicamente en la realización de tareas y en la comunicación. Se observa que el 55% de las empresas se encuentra a nivel inicial, lo que implica que los equipos de trabajo no utilizan tecnologías digitales en sus actividades diarias. En el nivel novato, las empresas han empezado a utilizar este tipo de tecnologías e, incluso, a establecer canales de comunicación virtuales. A nivel de tamaño, se observan patrones similares de comportamiento entre microempresas y pymes orientadas hacia niveles donde no se utilizan las tecnologías digitales en las actividades diarias. En este caso, las microempresas en particular se encuentran en un 65% en el nivel inicial. Para las empresas grandes, se tiene una distribución más uniforme en madurez digital; los trabajadores de estas empresas ya manejan tecnologías digitales a niveles más avanzados, lo que ha permitido coordinar de mejor forma las labores y la comunicación con clientes.

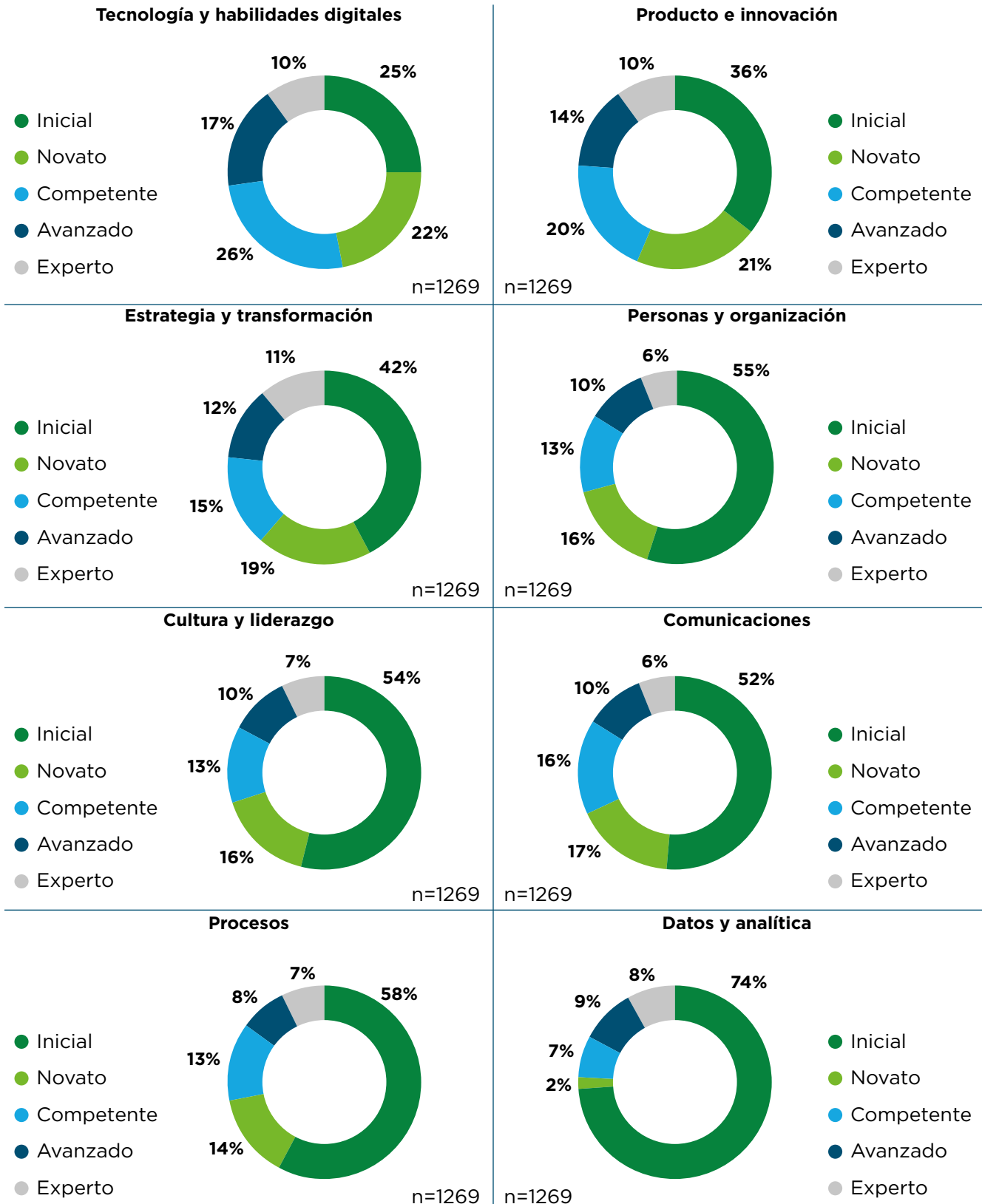
La dimensión Cultura y liderazgo (tercera fila, primera columna del Gráfico 14) analiza el cambio de la cultura organizacional para la implementación de tecnologías digitales en las actividades del negocio y el traslado de este cambio de cultura hacia la adopción de tecnologías por parte de los trabajadores. Los resultados de evaluar la madurez digital en esta dimensión muestran que la mayoría de las empresas (54%) no ha adaptado la cultura para aprovechar las tecnologías digitales; en el nivel novato, un 16% de empresas ya está empezando a implementar tecnologías digitales. Por tamaño, se observa que tanto microempresas como pymes no han adaptado su cultura para implementar las tecnologías digitales. Las empresas grandes, por su parte, ya han realizado cambios en su cultura digital, lo que les permite modificar la forma de interacción entre las personas.

La dimensión de Comunicaciones (tercera fila, segunda columna del Gráfico 14) analiza el uso de nuevos y diferentes canales de comunicación para acompañar a los clientes en sus decisiones de compra. Los resultados muestran que, en la mayoría de las empresas, la comunicación con clientes no se da a través de medios digitales, o recién se están creando instancias para la comunicación digital con clientes. Solo en un 32% de las empresas (agregando nivel competente, avanzado y experto) se da una comunicación constante con clientes a través de medios digitales. A nivel de tamaño, la mayoría de las microempresas y pymes no tiene comunicaciones con clientes a través de tecnologías digitales. Solo en las empresas grandes se da un cambio de distribución, y se observa que la comunicación con clientes se da con más frecuencia a través de medios digitales.

La dimensión Procesos (cuarta fila, primera columna del Gráfico 14) evalúa el grado de aplicación de las tecnologías digitales para optimizar los diferentes aspectos operativos de la empresa. Se observa que en Ecuador la mayoría de las empresas fabrican sus productos y ofrecen servicios de forma tradicional sin el uso de tecnologías digitales, esto es, un 58% se encuentra en nivel inicial. Por tamaño, las microempresas y las pymes cuentan con porcentajes elevados en los niveles inicial y novato. En las empresas grandes, se observan mayores niveles (avanzado y experto), esto implica que dichas empresas aplican de forma desarrollada tecnologías digitales en los procesos internos de la empresa, en comparación con sus pares de menor tamaño.

Finalmente, la dimensión Datos y analítica (cuarta fila, segunda columna del Gráfico 14) analiza el grado en el que las empresas utilizan el análisis de datos como herramienta para obtener información de los diversos procesos, clientes, productos y apoyar la toma de decisiones correctamente. En términos comparativos, es la dimensión menos avanzada a nivel del país y coincide con los resultados de Chequeo Digital en otros países de ALC. En el 74% de los casos, las empresas se encuentran en el nivel inicial; es decir, no se emplea el análisis de datos para la gestión de la empresa. Al analizarlas por tamaño, se observan niveles elevados de empresas que no aprovechan sus datos para análisis y toma de decisiones, especialmente las mipymes. En contraste, las empresas grandes tienen una mayor proporción de empresas que sí lo hacen.

Gráfico 14. Dimensiones de la madurez digital en Ecuador



Fuente: Campoverde y Granda (2022).

Niveles de madurez digital por condición

a. Actitud

Esta condición analiza en qué grado la empresa es receptiva y propositiva con relación a una debida generación de competencias para el uso de herramientas tecnológicas en las actividades de la empresa.

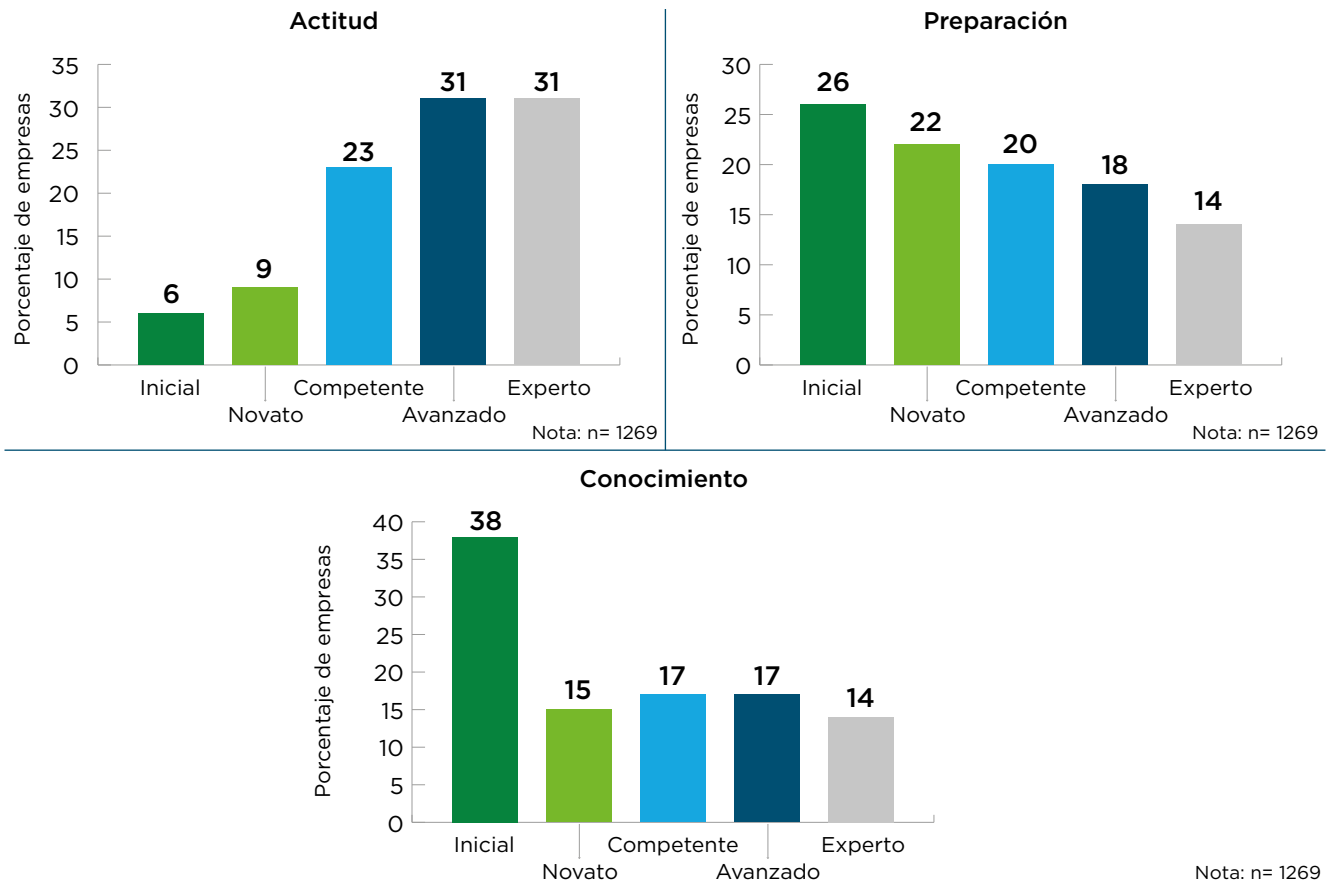
El Gráfico 15 abajo muestra que la mayoría de las empresas se concentra en niveles avanzados respecto a su actitud hacia la digitalización. Este tipo de empresa muestra un alto interés por tecnologías digitales, y mantienen actitudes de recepción y positividad hacia la aplicación de estas tecnologías. La misma dinámica se mantiene en las distribuciones por tamaño; en todos los grupos se observan empresas con altos niveles de actitud, es decir, una buena predisposición hacia las tecnologías digitales.

b. Preparación

Esta condición analiza la disposición de las empresas para realizar cambios que permitan adoptar tecnologías digitales. En el Gráfico 15 (segunda fila) muestra una distribución relativamente uniforme, es decir las empresas tienen diversos niveles de preparación y no se puede observar una posición específica de su preparación para la adopción tecnológica. Sin embargo, en el análisis por tamaño existen tres diferentes distribuciones. Las microempresas se encuentran más concentradas en niveles donde las habilidades y recursos para la adopción tecnológica son escasas. En las pymes se observan diferentes niveles de preparación medio, en otras palabras, estas empresas están igualmente preparadas para adoptar tecnologías digitales. Y, finalmente, en las empresas grandes se observa una distribución orientada hacia niveles donde la preparación es alta y la adopción de tecnologías digitales se realizó con éxito.

c. Conocimientos

Esta condición evalúa las competencias técnicas de las personas que integran las diferentes mipymes (Gráfico 15, tercera fila). Los resultados por nivel de madurez señalan que existe un 38% de empresas que no poseen las competencias técnicas para iniciar la adopción tecnológica. A nivel de tamaño de empresa, se observa que las microempresas y las pymes poseen altos porcentajes de empresas con bajos conocimientos y competencias técnicas. Por su parte, las grandes empresas tienen este tipo de habilidades ya desarrolladas y les ofrecen continuamente una actualización a través de capacitaciones.

Gráfico 15. Chequeo Digital Ecuador: condiciones para la digitalización


Fuente: Campoverde y Granda (2022).

Implicaciones

Los resultados muestran que cerca de la mitad de las empresas se encuentran en un nivel inicial en lo que respecta a la adopción de tecnologías digitales para sus actividades diarias. Si bien es cierto que en las estadísticas se ha observado una gran actitud (disposición) general hacia la digitalización, tanto el conocimiento de las tecnologías digitales como la preparación para realizar cambios dentro de la empresa que favorezcan una transformación digital se encuentran en un nivel relativamente bajo que no permite avanzar adecuadamente con este proceso.

Para abordar este problema y solucionarlo, se debe partir desde la estrategia y la cultura organizacional. Específicamente, las empresas requieren desarrollar inversiones en la formación digital del talento humano y en la adaptación gradual del modelo de negocios hacia las nuevas tecnologías digitales y su posterior implementación. Vale la pena mencionar que la digitalización de los procesos de ventas es un buen punto de inicio, dada la experiencia y necesidad urgente de responder por parte de las empresas hacia el entorno disruptivo de la pandemia del COVID-19.

Para superar los obstáculos del desarrollo digital de las mipymes, es necesaria también la cooperación de los actores de la triple hélice: empresas, gobierno y academia. En términos específicos, la academia tiene la oportunidad de involucrarse como agente dinamizador en la formación de las capacidades y habilidades digitales, a través de programas de educación formal y no formal y de otros, como extensionismo y de asistencia técnica.

Resultados en Venezuela²¹

En términos económicos y sociales, Venezuela está enfrentando desafíos significativos. Durante las últimas dos décadas y media, los sectores productivos del país han navegado en un entorno económico e institucional adverso, caracterizado por una creciente intervención estatal en todos los niveles de la economía²². Las consecuencias de este proceso son evidentes en varios indicadores de deterioro, como la contracción del PIB en más del 80% entre 2013 y 2021, el periodo hiperinflacionario entre 2017 y 2020 con inflaciones anuales que superaron el 260.000%, el auge de la dolarización, el colapso de la inversión pública y privada, la degradación de la infraestructura básica del país, la fuga de capitales y el colapso del modelo económico, donde las estadísticas económicas y sociales ya no se publican²³. Además, el éxodo migratorio masivo registrado en los últimos años ha sido considerado como uno de los más grandes en la historia reciente de América Latina y a nivel mundial²⁴.

A pesar de estos desafíos, el análisis más reciente sobre las empresas venezolanas indica que la innovación y la creatividad siguen siendo importantes en el panorama empresarial. En 2020, se identificaron los principales retos que enfrentan las empresas sobrevivientes, como la inestabilidad macroeconómica y política, la falta de servicios básicos confiables, la falta de crédito y la migración (Saboin, 2021). Sin embargo, el mismo estudio reveló que casi el 50% de las empresas encuestadas habían realizado inversiones en Investigación y Desarrollo, el 76% había implementado al menos un proceso de innovación, el 41% había incorporado un nuevo producto al mercado y solo el 14% había utilizado licencias tecnológicas de empresas extranjeras.

En el 2022, el consenso de analistas coincide en prever que la economía venezolana crecerá por primera vez en ocho años. El cambio de tendencia es impulsado principalmente por el sector petrolero, mientras que en el sector no petrolero los signos de mejoras están en sectores y espacios muy focalizados. La contextualización del difícil entorno económico venezolano permite dimensionar los resultados de Chequeo Digital 2022 en Venezuela.

Caracterización de las empresas

El Gráfico 16 muestra que de los 23 estados que conforman el territorio venezolano, solo 13 registraron al menos una empresa que completó el Chequeo Digital para evaluar su nivel de madurez digital. Se destaca la ausencia de datos en las regiones Andina, los Llanos y Oriente. Además, hay una sobrerrepresentación de empresas ubicadas en el Distrito Capital y Miranda en la muestra que completó la evaluación, posiblemente debido a que estas zonas tienen un tejido empresarial más poblado y un entorno ligeramente menos adverso.

La distribución de ingresos anuales reportados por las empresas que participaron en el Chequeo Digital sugiere que la muestra puede estar sesgada hacia las medianas o grandes empresas en el contexto venezolano (Gráfico 16, segunda fila). El 43,9% de las empresas reportó ingresos superiores a los USD 100.000 anuales, mientras que el 19,4% indicó obtener ingresos anuales entre USD 25.000 y USD 100.000, y el 36,7% reportó ingresos anuales inferiores a USD 25.000.

²¹ Esta sección se basa en el documento de Álvarez y Díaz (de próxima publicación), donde se amplía el detalle de Chequeo Digital en Venezuela.

²² Obuchi *et al.* (2011); Haussmann y Rodríguez (2014); Halff *et al.* (2017); Vera (2017); Vera (2018); Abuelafia y Saboin (2020); Olivo y Saboin (2020); Zambrano y Hernández (2021).

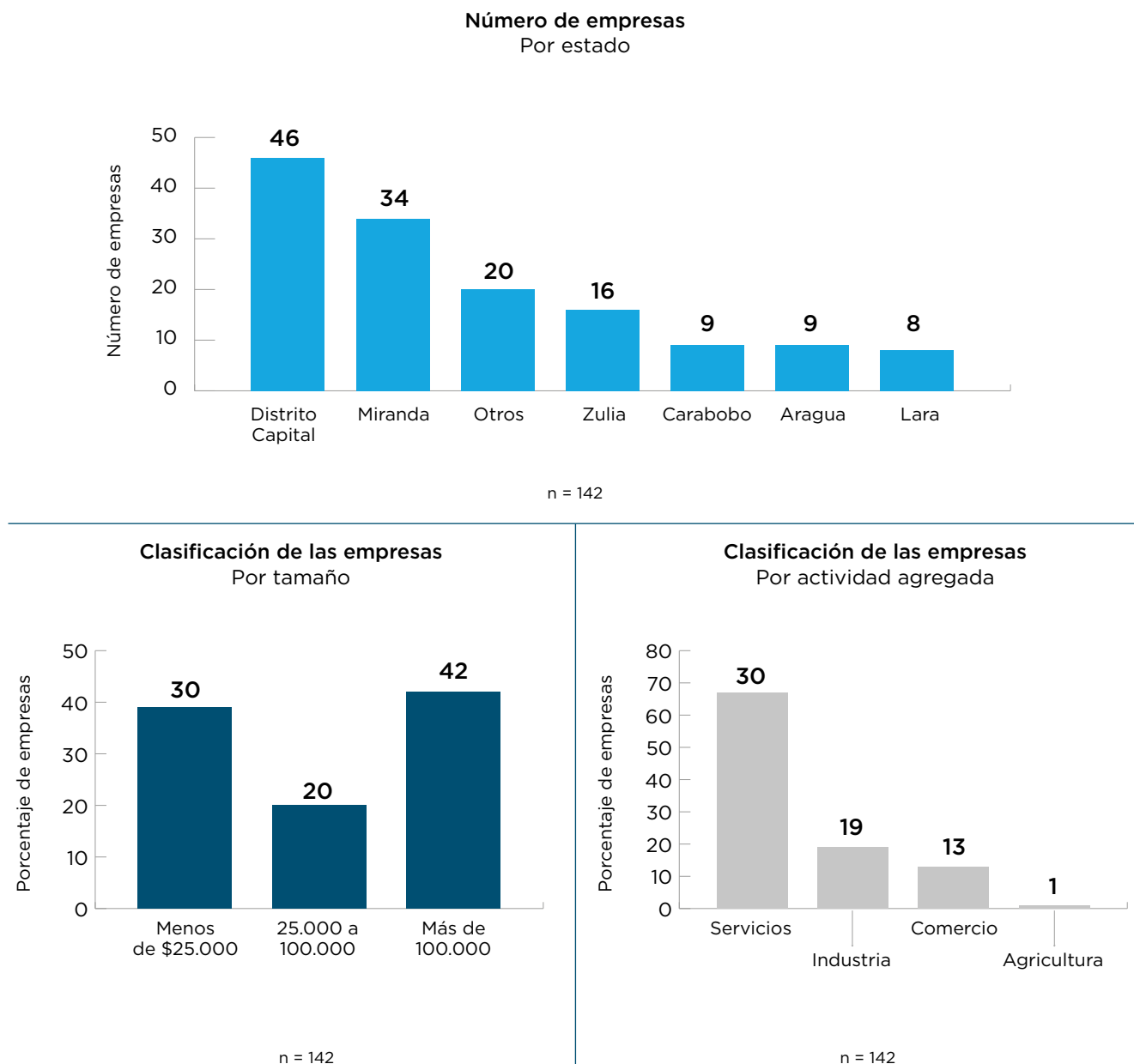
²³ Las cifras presentadas representan estimaciones de diferentes instituciones, dada la falta de estadísticas oficiales que permitan medir y caracterizar el desempeño económico del país.

²⁴ Según la Agencia de las Naciones Unidas para los refugiados (ACNUR), hasta septiembre de 2022 el número de venezolanos que han emigrado supera los 7,1 millones de personas.

La mayoría de las empresas que completaron la evaluación —el 56,1%— pertenecen al sector servicios, destacando los servicios de atención de la salud y asistencia social, y los servicios de actividades profesionales, científicas y técnicas. El 18% se identifica dentro del sector manufactura; el 12,9% con el sector comercio; el 8,6% pertenece al sector comunicaciones, y el 4,3% en el sector de actividades financieras y seguros (Gráfico 16, tercera fila).

En general, los resultados sugieren que la empresa representativa se ubica en la región capital, su actividad principal está vinculada a la provisión de servicios generales y reporta ingresos superiores a los USD 25.000 anuales.

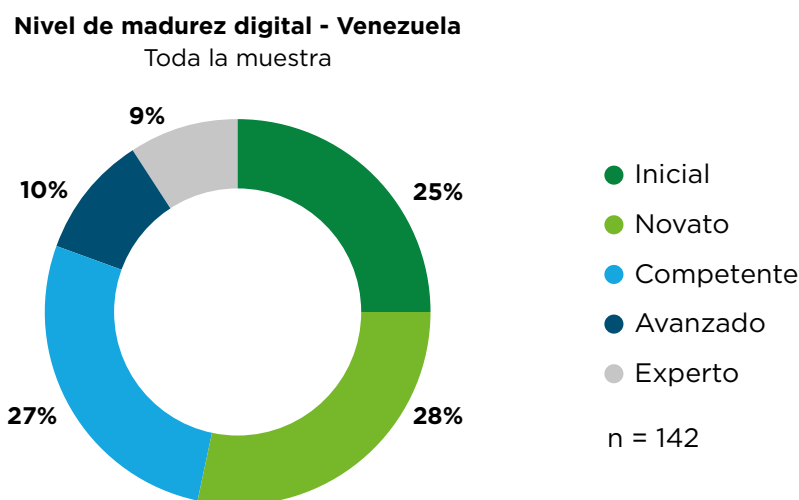
Gráfico 16. Chequeo Digital Venezuela: características de la muestra



Los resultados del Chequeo Digital en Venezuela se basan en una muestra de 139 empresas y se describen y analizan a nivel agregado, sin discriminación por tamaño de empresa, región geográfica o sector empresarial asociado.

A nivel general, el Gráfico 17 a continuación muestra que la evaluación reveló que una gran proporción de empresas —el 25,9%— se encuentra en los niveles más bajos de madurez digital, vale decir, novatos, y el 24,4% se encuentra en el nivel inicial. Solo una quinta parte de las empresas participantes presentan niveles de madurez digital en los niveles superiores, avanzado (10,8%) y experto (10,1%); mientras que el 28,8% presenta un nivel de madurez digital competente. Estos resultados son consistentes con el entorno económico del país y sugieren que las empresas venezolanas han estado enfocándose en ajustarse a las realidades del país para sobrevivir la crisis económica.

Gráfico 17. Chequeo Digital Venezuela: nivel de madurez digital



Fuente: Álvarez y Díaz (de próxima publicación).

Niveles de madurez digital por dimensión

Para comprender los factores que contribuyen a explicar el nivel de madurez digital de las empresas que participaron en el Chequeo Digital, se realiza un análisis detallado de las ocho dimensiones del modelo de medición.

Se destaca que el 46,8% de las empresas se encuentra en los niveles superiores de tecnología y habilidades digitales, con un 18% en el nivel experto y un 28,8% en el nivel avanzado, mientras que solo el 16,5% se encuentra en los niveles inferiores (Gráfico 18, primera fila, primera columna). Esta dimensión es una de las que indica un mejor desempeño en la muestra de empresas, lo que sugiere que muchas de ellas han desarrollado habilidades digitales y tecnológicas para adaptarse al difícil entorno económico y social del país, incluyendo la hiperinflación, la pérdida de valor de la moneda y los efectos de la pandemia del COVID-19. Además, muchas empresas han adoptado tecnologías digitales para optimizar sus procesos diarios.

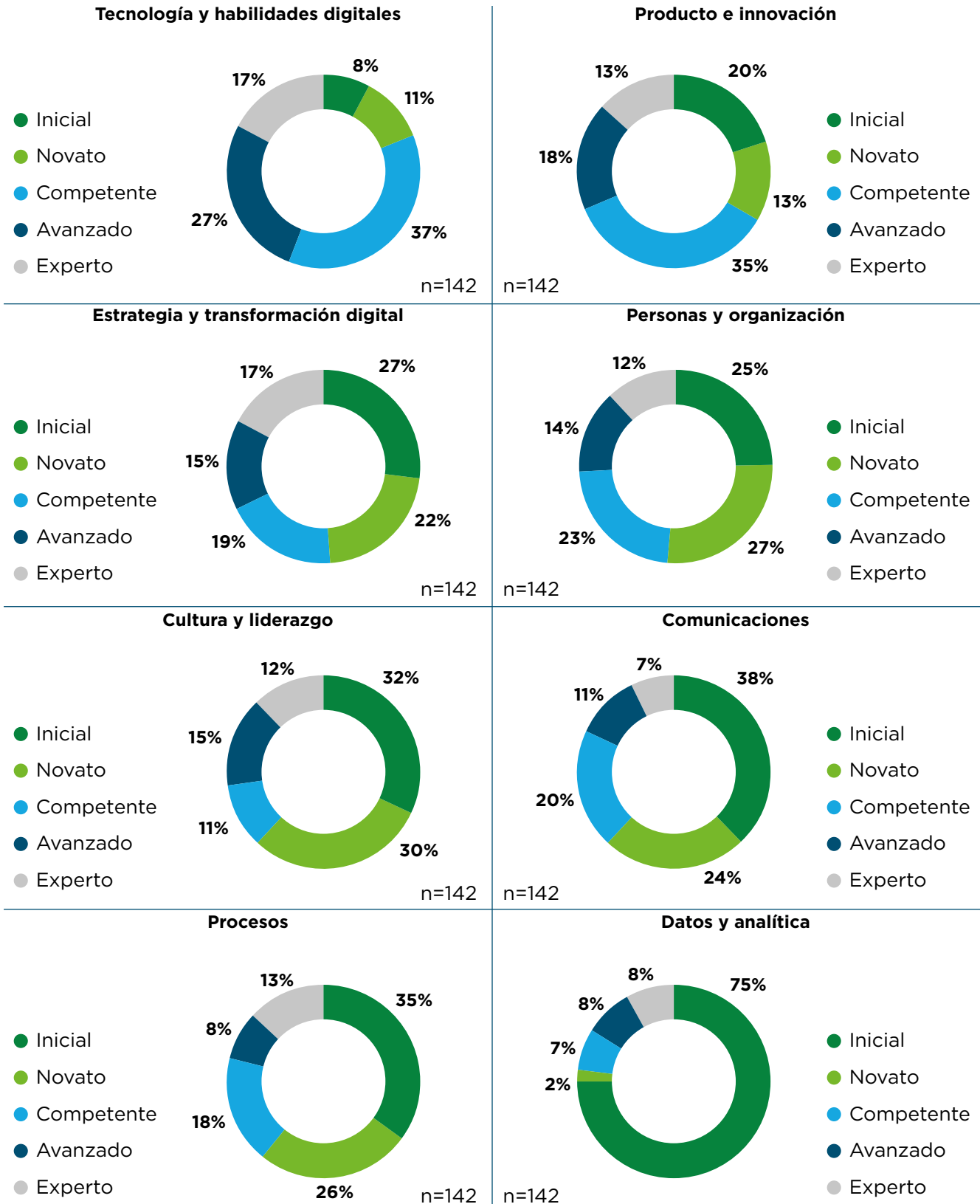
La dimensión de productos e innovación (Gráfico 18, primera fila, segunda columna) refleja resultados mixtos con un tercio de las empresas en los niveles superiores y otro tercio en los niveles inferiores. Sin embargo, esto se traduce en que, para la mayoría de las empresas, las tecnologías les permiten realizar

las actividades de manera diferente, resultando en un valor agregado y diferenciador respecto de los productos y servicios que ofrecen. Esta característica, en particular, puede ser una oportunidad de desarrollo para que las empresas generen ganancias rápidas en madurez digital.

Tal y como se observa en la tercera fila del Gráfico 18, casi la mitad de las empresas se encuentra en los niveles inferiores en las dimensiones de Estrategia y transformación digital (47,5%), y Personas y organización (48,9%). Estos resultados sugieren que estas empresas ya están considerando planificar los cambios necesarios para empezar la transformación digital, aunque una parte de las empresas aún mantiene su forma tradicional en cuanto a la estructura de su negocio. En cierto modo, es predecible que ante tanta incertidumbre y tantas perspectivas negativas con respecto a la dirección que lleva el país, las empresas no terminen de dar el paso para transformar su estructura de negocio. Por su parte, en la mayoría de estas empresas las personas ya han empezado a utilizar algunas tecnologías digitales en sus tareas, estableciendo canales de comunicación y coordinación con sus colegas.

Una gran proporción de las empresas se encuentra en los niveles inferiores de madurez digital en las dimensiones de Cultura y liderazgo (59,7%), Comunicaciones (59,7%), Procesos (59%), y Datos y analítica (74,1%), destacando esta última con el peor desempeño —71,9% inicial— dentro todas las dimensiones (Gráfico 18, tercera fila y cuarta filas). En este sentido, la gran mayoría de las empresas no realiza análisis de datos porque no se emplean tecnologías digitales que generan información acerca de las actividades de la empresa, lo que se traduce en que estas empresas solo utilizan las herramientas tradicionales para conocer a sus clientes y entender sus necesidades, reflejando así una desventaja competitiva. Cabe resaltar igualmente que, en general, la cultura de las empresas ha sido un factor limitante para aprovechar las ventajas de la transformación digital, mientras que las herramientas tecnológicas son utilizadas incipientemente para comunicarse con sus clientes, a su vez que fabrican sus productos y ofrecen sus servicios de forma tradicional.

Gráfico 18. Dimensiones de la madurez digital en Venezuela



Fuente: Álvarez y Díaz (de próxima publicación).

Niveles de madurez digital por condición

Es esencial evaluar la disposición de las empresas y los factores que posibilitan la adopción y desarrollo de tecnologías digitales para impulsar la digitalización en ellas. En este sentido, los resultados indican que existen buenas oportunidades y una disposición favorable en tres condiciones: actitud, preparación y conocimiento. Casi la totalidad de las empresas —un 94,2%— demuestran una excelente actitud y voluntad para integrar herramientas digitales en sus actividades. En la misma dirección, aunque con una ligera diferencia (79,9%), las empresas están preparadas para adaptarse a las tecnologías digitales. Por último, el 71,9% de las empresas cuenta con los conocimientos y habilidades adecuados en temas digitales, lo que debería facilitar el proceso de adaptación tecnológica.

a. Actitud

Esta condición responde a la pregunta: ¿Qué tan importantes son las tecnologías digitales para el funcionamiento de la empresa? Se observa que la mayoría de las empresas está concentrada en niveles avanzados en cuanto a su actitud hacia la digitalización. El 77% de las empresas tiene un nivel avanzado o experto, mientras que solo el 5% tiene un nivel inicial o novato. Este resultado denota un alto interés por tecnologías digitales generalizado entre las empresas venezolanas que han utilizado la herramienta de Chequeo Digital. La buena predisposición hacia las tecnologías digitales es una condición necesaria para el progreso en términos de digitalización de las empresas.

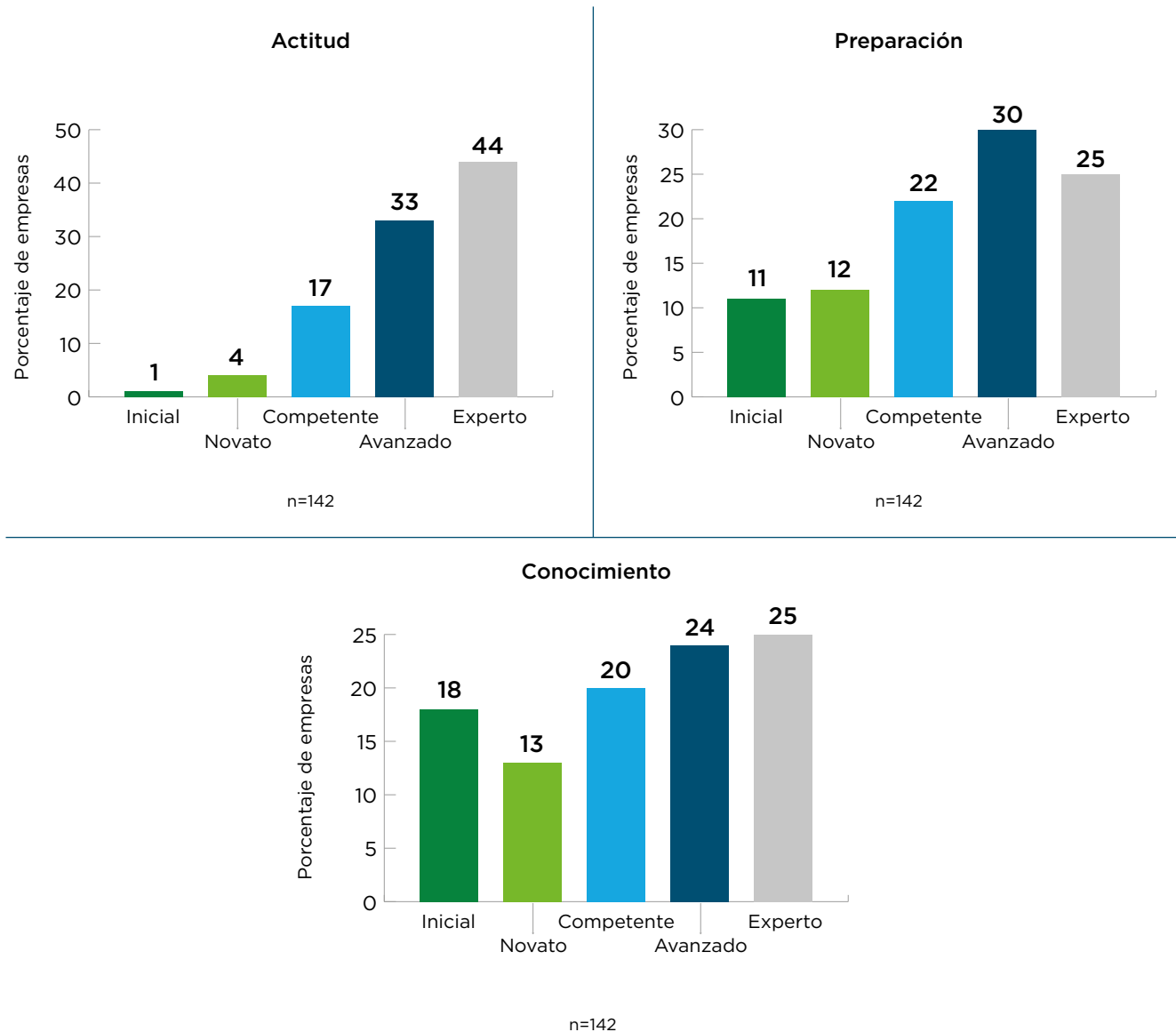
b. Preparación

Esta condición responde a la pregunta: ¿Qué tanto depende la empresa de las tecnologías digitales? Los resultados muestran que, aunque el nivel de preparación para la adopción tecnológica no es tan alto como el de la actitud, la mayoría de las empresas se concentra en niveles avanzados de preparación. El 55% de las empresas de la muestra tiene un nivel avanzado o experto y el 22% tiene un nivel competente. El nivel de preparación también es una condición importante para la adopción tecnológica y se estima que empresas que ya dependen de tecnologías digitales estén mejor preparadas para seguir adoptando otras tecnologías digitales y aumentando su nivel de madurez digital.

c. Conocimiento

Esta condición responde a la pregunta: ¿Por qué se utilizan tecnologías digitales en la empresa? Aunque esta es la condición con mayor cantidad de empresas en niveles inicial o novato (31%), el nivel general de conocimiento entre las empresas venezolanas de la muestra es alto. Casi la mitad de las empresas se encuentra en un nivel avanzado o experto (49%) y el restante 20% se encuentra en un nivel competente de conocimiento. Este alto nivel de competencias técnicas es un requerimiento importante para una adopción tecnológica efectiva.

Gráfico 19. Chequeo Digital Venezuela: condiciones para la digitalización



Fuente: Álvarez y Díaz (de próxima publicación).

Implicaciones

A pesar del entorno económico y social venezolano adverso, unas 134 empresas en Venezuela decidieron tomar voluntariamente el cuestionario de Chequeo Digital. En general, esta muestra de empresas parece estar sobrerrepresentada por empresas ubicadas principalmente en la región capital del país, con actividad económica asociada al sector servicios y con ingresos superiores a los USD 100.000 mil anuales, lo que delata un claro sesgo de autoselección. Por lo tanto, se sugiere seguir impulsando la herramienta en Venezuela con el objetivo de alcanzar una muestra más representativa de la empresa promedio del país.

Los resultados del Chequeo Digital ejecutado en Venezuela hasta septiembre de 2022 sugieren que los retos que enfrentan las empresas en este país están teniendo un efecto en su desarrollo digital. Si bien

casi la mitad de las empresas se encuentra en los niveles inferiores de madurez digital, un quinto de las empresas se encuentra en los niveles superiores. Por otro lado, los aspectos más favorables se reflejan en el hecho de que la gran mayoría de las empresas tiene la disposición y los elementos adecuados para habilitar el desarrollo y adaptación de las herramientas tecnológicas. En este sentido, estas empresas demuestran que existe una gran oportunidad para impulsar la digitalización con oportunidades de mejoras significativas en el proceso. No obstante, existen retos en las dimensiones de Cultura y liderazgo, Comunicaciones, Procesos, y Datos y analítica.

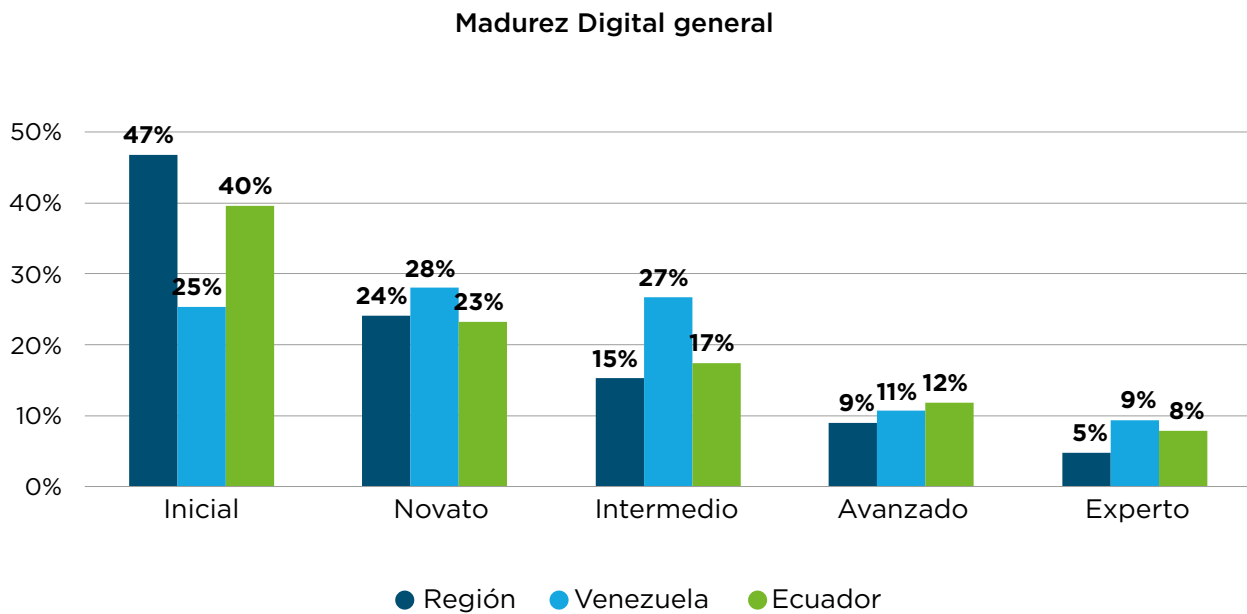
Según la definición asociada a cada uno de los niveles de madurez digital, los resultados sugieren que el enfoque hacia las empresas representadas en la muestra debe centrarse en la mejora de las habilidades y el conocimiento del personal en torno a la aplicación de tecnologías digitales dentro del negocio. Es importante resaltar que las tres cuartas partes de las empresas cuentan al menos con las bases y oportunidades para desarrollar una digitalización mucho más profunda. En este sentido, la oportunidad de capitalizar mejoras rápidamente parece ser sustancial, por lo que el apalancamiento para impulsar la madurez digital debería consistir en incentivar a las empresas a preparar a su personal en este campo.

Si bien estos resultados no son representativos de la empresa promedio en Venezuela, la evidencia con base en una muestra de empresas —que, a pesar de la crisis, voluntariamente participaron en el Chequeo— sugiere la necesidad de incorporar a la digitalización como herramienta fundamental para impulsar competitividad y recuperar el sector empresarial del país. La digitalización deber ser considerada como un habilitador dentro del proceso de recuperación de Venezuela, toda vez que resulta fundamental abordarlo desde los aspectos de organización y cultura digital de las empresas. La infraestructura tecnológica es necesaria, mas no suficiente, a la hora de impulsar políticas que fomenten la digitalización.

Ecuador y Venezuela en el contexto de ALC

Al realizar una comparación entre ambos países, se aprecian ciertas similitudes en cuanto a los resultados y las brechas existentes en sus niveles de madurez. A nivel general, para ambos países los niveles inicial y novato predominan, lo cual refleja que las organizaciones cuentan en su mayoría con un modelo de negocios análogo o que están dando los primeros pasos en la digitalización y que tienen habilidades nulas o mínimas, capital humano básico o no capacitado en temas digitales, comunicaciones no apoyadas por TIC, mínimo contacto digital con sus clientes, así como una cultura nula o incipiente en temática digital. Lo anterior sigue el comportamiento general de ALC, y refuerza la necesidad de desarrollar y potenciar las políticas públicas para apoyar la digitalización de las mipymes no solo en la región andina, sino en el resto de los países de ALC.

Al analizar con profundidad en los resultados a las respuestas del Chequeo Digital a nivel de madurez general, se aprecia que, si bien las pymes de ambos países se encuentran en niveles incipientes de madurez, tienen una mejor posición que el promedio de ALC. Por ejemplo, en Ecuador y Venezuela hay una proporción de empresas en nivel inicial con un 40% y 25% respectivamente, inferior el 47% de lo que se observa en ALC (ver el Gráfico 20), mientras que para los niveles avanzado y experto, si bien son porcentajes muy bajos, ambos países superan a la región en este grupo de empresas; ello indica que en la región andina existe un número superior de empresas que han aplicado tecnologías digitales especializadas para las características particulares de su negocio, lo que les ha permitido aumentar la eficiencia y eficacia en su trabajo diario.

Gráfico 20. Madurez digital en la región andina y ALC


Fuente: elaboración propia.

Análisis comparativo por dimensión

Si bien los resultados deben considerarse con cautela (debido a los potenciales sesgos de autoselección que ocurren al responder este tipo de encuesta), al realizar la comparación de resultados entre las empresas promedio de ALC que respondió a Chequeo Digital y las empresas de la región andina (ecuatorianas y venezolanas) en cada una de las ocho dimensiones que profundiza el cuestionario, la heterogeneidad en los resultados también se ve reflejada en los países andinos, en donde el nivel inicial predomina en cada una de las dimensiones —sobre todo en el caso de Ecuador. Sin embargo, se ven ciertas diferencias positivas, especialmente en los niveles avanzado y experto, en los que los países de la región andina —en particular Venezuela— superan al promedio de ALC, particularmente en las dimensiones de Tecnologías y habilidades digitales, Personas y organización, y Cultura. De igual forma, las mipymes de la región andina se encuentran rezagadas respecto de sus pares de ALC en las dimensiones de Comunicaciones, y Datos y analítica, ya que tienen una mayor cantidad de empresas en niveles de madurez iniciales. Los resultados en detalle para cada dimensión serán comentados a continuación y pueden apreciarse en el Gráfico 21.

Tecnologías y habilidades digitales: se observa que los países de la región andina tienen un mejor resultado que el promedio de ALC, en donde Venezuela se encuentra mejor posicionado, superando a Ecuador en los niveles de experto y avanzado (Gráfico 21, primera columna, primera fila). Sin embargo, el nivel intermedio para ambos países sigue predominando, con un 35% y 28%, respectivamente, lo cual implica que la mayoría de las empresas cuenta con habilidades intermedias para solucionar los problemas relacionados con tecnologías digitales, con un nivel medio-alto en cuanto a disponibilidad de equipamiento tecnológico, así como de dependencia del uso de las tecnologías digitales. Se destaca el resultado de Venezuela por su proporción en nivel avanzado (28%), lo cual significa que las empresas

de este grupo se caracterizan por encontrarse en los niveles más avanzados para cada una de las variables incluidas en el análisis de la dimensión²⁵, siendo especialmente importante su diferencia con relación al resto de los grupos definidos, debido a las capacidades en términos de tecnologías digitales con las que cuentan, el tipo de *software* que usan y la adopción de medidas de ciberseguridad.

Estrategia y transformación digital: se observa que existe menor dispersión de los resultados por nivel de madurez (Gráfico 21, segunda columna, primera fila), en donde el nivel Inicial sigue predominando. En esta dimensión, se observa que las organizaciones chequeadas en Ecuador presentan proporcionalmente un menor nivel de madurez: 38% de las empresas chequeadas están en nivel de madurez inicial, lo cual indica que hay un mayor número de firmas caracterizadas por manifestar un nivel de conocimiento de los beneficios de las tecnologías digitales medio, pero no tienen un conocimiento de las tecnologías específicas que pueden implementar en su empresa, ni tienen claridad sobre la razón de uso de dichas tecnologías en su organización, ni disponen de infraestructura tecnológica compatible con los requerimientos de las tecnologías digitales. No cuentan, por lo tanto, con las precondiciones de una estrategia de transformación digital en la empresa. Para el caso de Venezuela, si bien el nivel inicial es el mayor en proporción a las empresas chequeadas (27%), se observa que el nivel experto supera al de la región ALC (17% vs. 14%); es decir, existe una mayor proporción de empresas que cuentan con precondiciones para desarrollar una estrategia digital y están avanzando en esta dirección.

Comunicaciones: se observa que existe una mayor similitud entre la región andina y ALC, en donde el nivel inicial sigue liderando la cantidad de empresas en Ecuador y Venezuela, al igual que el resto de las dimensiones (Gráfico 21, primera columna, segunda fila). Lo anterior implica que la mayoría de las organizaciones evaluadas tienen baja presencia en medios digitales y contar una estrategia de comunicación digital con clientes y proveedores sigue siendo incipiente. Adicionalmente, existe baja presencialidad en línea y las páginas web están en una fase inmadura o no existen. No se usan medios digitales para la promoción de productos o para la captura y fidelización de nuevos clientes. Para el caso de nivel experto, ambos países están por debajo de la región, con un 7% de las empresas chequeadas en Venezuela y un 9% en el caso de Ecuador, por lo cual urge generar una mayor capacitación y acciones concretas para que las organizaciones puedan mejorar en el ámbito comunicacional. Esta dimensión es la única que se presenta inferior al promedio regional.

Datos y analítica: es la que tiene mayor dispersión de los datos, el nivel inicial resalta evidentemente por sobre el resto de los niveles con alrededor de un 70% de las empresas chequeadas en este nivel, reflejando que tanto para los países de la región andina como para toda ALC, las empresas analizadas no realizan procesos sistemáticos de recolección ni desarrollan actividades de análisis de datos a pesar de tener una recopilación de datos básica (Gráfico 21, segunda columna, segunda fila). En otras palabras, no usan las tecnologías digitales para identificar quiénes son y/o qué buscan sus clientes, ni tampoco utilizan datos externos para conocer sus características. No cuentan con una evaluación de sus productos por parte de los clientes ni recogen datos a partir de las actividades que realizan, por

²⁵ Para esta dimensión se consideran siete variables en su análisis, asociadas a dos ejes analíticos principales: i) la disponibilidad de equipamiento tecnológico para realizar actividades de forma digital en la empresa y ii) las habilidades digitales con que cuentan. Se suma a lo anterior una variable que es clave para interpretar los resultados, no solo de la propia dimensión, sino del Chequeo Digital en su conjunto: el nivel de dependencia de las empresas del uso de las tecnologías digitales.

lo que en general estas empresas no realizan análisis de datos internos ni externos que les permitan mejorar productos o procesos²⁶.

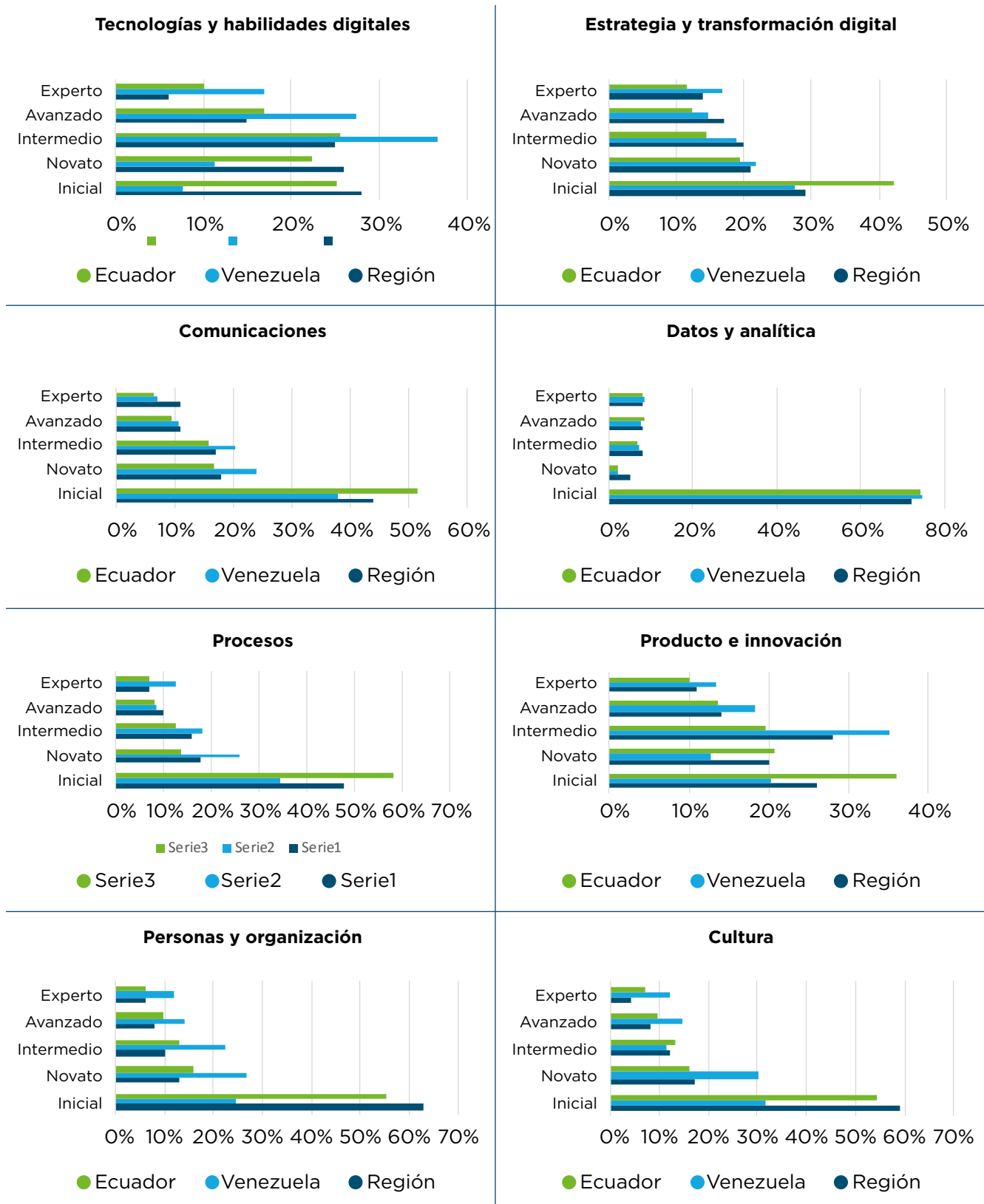
Procesos: esta dimensión considera ocho variables de análisis, midiendo el nivel de digitalización de diferentes tipos de procesos; destaca por el mayor número de empresas en el nivel de digitalización inicial en la región andina, lo cual significa que la mayoría de las empresas no presenta avances en la digitalización de sus procesos ni en la forma en que se generan los productos; además, el modo en que se prestan los servicios se realiza de una manera tradicional, sin uso de las tecnologías (Gráfico 21, primera columna, tercera fila). Por ejemplo, no han incorporado las tecnologías digitales a los procesos de comercialización y gestión, sino que trabajan más bien en un formato análogo. La utilización de herramientas digitales para planificar sus proyectos o coordinar el trabajo es baja; en general se trata de procesos que se realizan de forma manual y aún no han integrado la digitalización. En este caso, es posible destacar a Venezuela por sobre ALC, pues ahí se evidencia una mayor proporción de empresas en el nivel experto; ello indica que puede existir la adopción de procesos automáticos. Es importante que las empresas puedan generar las condiciones mínimas para integrar las tecnologías digitales en sus procesos, ya que ello les permitirá reducir tiempos de ejecución y también aumentar sus ganancias.

Producto e innovación: Venezuela destaca por sobre ALC y Ecuador, teniendo una proporción mayor de empresas evaluadas en las dimensiones de experto y avanzado (Gráfico 21, segunda columna, tercera fila). Si bien esto es positivo para el país, también se debe tener en consideración que el país presenta una menor cantidad de empresas chequeadas, lo que puede estar impactando en el resultado a nivel comparativo (por sesgos como el de autoselección). Con respecto a Ecuador, el país presenta mayor proporción de empresas en el nivel inicial al compararlo con ALC. Ello implica que las empresas evaluadas realizan las actividades propias de forma similar a como las realiza la competencia; por ende, no existe un valor diferenciador en la oferta y debe potenciar la innovación, entendiendo que esta dimensión evalúa diversos modos a través de los cuales la aplicación de tecnologías digitales posibilita agregar un valor diferenciador a la pyme y generar mejoras de forma continua.

Personas y organización y Cultura y liderazgo: se presenta una similitud entre los dos países en los resultados para los niveles experto, avanzado e inicial; sin embargo, los datos se dispersan para los niveles intermedio y novato al comparar ambas dimensiones para cada país y ALC (Gráfico 21, los dos gráficos de la última fila). Ambos países están mejor posicionados que el promedio de ALC para ambas dimensiones, por cuanto tienen una menor proporción de empresas en el nivel inicial, y una mayor proporción para los niveles experto y avanzado. Al igual que todas las dimensiones, el nivel inicial sigue predominando, pero menos, lo que da buenas señales para los dos países. Para el caso de Venezuela, a pesar del punto positivo anteriormente descrito, se ve que tienen un gran desafío en estas dimensiones, ya que la proporción de empresas chequeadas con nivel novato está por encima del promedio de la región. Es decir, están iniciando la implementación tecnológica en el quehacer diario, pero es importante que la persona que lidera la empresa y sus trabajadores esté dispuesta a aplicar tecnologías en sus tareas. Además, deben diversificar las formas en que se comunican y coordinan, eligiendo un medio digital que se adecúe más a las características del negocio.

²⁶ Esta variable se puede organizar en dos ejes principales: (i) recolección y/o integración e información y (ii) análisis de información y toma de decisiones según datos, ejes que deben ser potenciados sobre manera a partir de las acciones de instituciones, públicas y privadas que promuevan el uso de datos e información para la toma de decisiones.

Gráfico 21. Análisis comparativo de dimensiones de la digitalización entre la región andina y ALC



Fuente: elaboración propia.

Tendencias a partir del Chequeo Digital

Según los datos proporcionados hasta la fecha de las evaluaciones a las mipymes de la región, se pueden destacar las siguientes conclusiones (Baptista, 2021):

- 1. La transformación digital es una trayectoria que requiere de precondiciones.** Existe un alto grado de sensibilización sobre los beneficios de las tecnologías digitales por parte de los evaluados, en el que existe un menor nivel de adopción y capacidades con relación al nivel de dependencia de las tecnologías. Además, se destacan como restricciones a la digitalización la falta de conocimiento, la disponibilidad de habilidades digitales y una infraestructura apropiada, entre otras.
- 2. El proceso de comercialización es la puerta de entrada.** Un alto porcentaje de empresas incorpora tecnologías digitales en sus procesos de comercialización, seguido por la incorporación en sus procesos de gestión y un porcentaje mucho menor tiene incorporadas tecnologías digitales de manera transversal en todos sus procesos. Por otro lado, la mayoría de las empresas tienen presencia en línea, pero la frecuencia de actualización que publican es heterogénea.
- 3. Existe un sesgo hacia la adquisición de tecnología.** La mayor restricción está en el desarrollo de habilidades digitales y no en la disponibilidad de equipamiento tecnológico. Según los datos, existe un mayor nivel de disponibilidad de equipamiento tecnológico que de habilidades digitales.
- 4. Brecha entre generación de información y análisis de datos.** Muy pocas empresas realizan un análisis de datos para mejorar y adaptar sus productos y procesos.

Impactos de la digitalización en la productividad

A continuación, se presentan los resultados de estudios realizados por el BID utilizando microdatos de empresas de países de la región andina que estiman el impacto de las TIC tanto en el producto como en la productividad total de los factores.

Colombia

Gallego *et al.* (de próxima publicación) estiman la contribución de las TIC a la producción en la industria manufacturera colombiana. Los autores utilizan una función de producción aumentada para incluir el capital TIC como otro factor de la producción. A partir de las mejoras en la correcta estimación de la PTF desarrolladas en Olley y Pakes (1996) y Levinsohn y Petrin (2003), y utilizando los métodos propuestos por Rovigatti y Mollisi (2018), los autores estiman la contribución del capital TIC a la producción, considerando en el modelo los aportes del empleo, y distinguiendo por nivel de calificación, materiales, y capital no TIC.

La principal encuesta utilizada para el cálculo de la PTF fue la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), la cual contiene información relevante para estimar la función de producción de 2004 a 2019. Esta encuesta incluye información básica del sector manufacturero que facilita la comprensión de su estructura, evolución y desarrollo. En total, se consideraron hasta 3.487 empresas en un lapso de siete años (2013-2018).

En todas las estimaciones de la función de producción, la contribución del capital TIC a la producción es positiva y estadísticamente significativa. Las estimaciones de la elasticidad de producción del capital TIC fluctúan, según el método de estimación y los supuestos de depreciación, entre el 1,5% y el 7,9%.

Inclusive, cuando se utiliza la tasa de depreciación del método KLEMS²⁷, la contribución del capital TIC supera la del otro tipo de capital físico.

La relevancia del capital TIC a la producción empresarial, de todos modos, no es homogénea. Gallego *et al.* (de próxima publicación) realizan las estimaciones para diferentes grupos de empresas. En particular, cabe destacar que a mayores niveles de sofisticación de la empresa y de disponibilidad de recursos, mayor es la elasticidad de la producción del capital TIC. En efecto, esto implica que aumentos homogéneos de inversión en capital TIC tenderán a incrementar la distancia entre el desempeño de las empresas. El ejemplo más evidente (y la diferencia de mayor magnitud) se observa en las empresas innovadoras, que aumentan su producción casi un 0,9% ante un incremento del 10% del capital TIC, en relación con la producción de las empresas no innovadoras que, en promedio, no responde al aumento del capital TIC. Esta diferencia también se aprecia al considerar el tamaño de la empresa. La elasticidad del capital TIC en la gran empresa es 7%, versus 5% para la pyme; y 8% versus 7% entre empresas exportadoras y no exportadoras. Es interesante hacer notar que en las empresas relacionadas con el sector extractivo, aún considerando la relevancia de las materias primas en sus modelos de producción, la producción aumenta ante inversiones de capital TIC.

Los autores, además, estiman la PTF y comparan el desempeño entre los mismos grupos empresariales. En general, las empresas que cuentan con una mayor elasticidad de producción del capital TIC son también más productivas. Esto es, no solo son empresas que utilizan de manera más intensiva las TIC para la producción, sino que cuentan además con una serie de prácticas empresariales y capital intangible que les permiten funcionar de manera más eficiente. Esto debe ser, sin duda, considerado a la hora de diseñar políticas que apunten no solo al incremento de la inversión en TIC, sino a cerrar las brechas en productividad empresarial.

Ecuador

Campoverde *et al.* (2022) estiman el efecto del capital TIC sobre el producto y la productividad total de los factores en empresas ecuatorianas del sector formal, y aportan evidencia del impacto de las TIC sobre el producto y la productividad. Similar a Gallego *et al.* (de próxima publicación) en Colombia y García (2022) en Perú, Campoverde *et al.* (2022) estiman la contribución de las TIC a la producción de los grandes sectores de la economía ecuatoriana.

Los datos fueron obtenidos de dos fuentes diferentes. La primera es la base de datos de estados financieros reportados por las empresas a la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SCVS) del Ecuador durante el periodo 2010-2018. Este conjunto de datos incluye empresas activas y que hayan reportado correctamente sus estados financieros durante el periodo de estudio. La segunda fuente de datos es el conjunto de respuestas a la herramienta Chequeo Digital para el año 2021 y el análisis incluye a las empresas que respondieron al Chequeo Digital y a su vez reportaron correctamente sus estados financieros a la SCVS en ese periodo. El valor agregado de utilizar esta muestra para analizar el efecto de las TIC sobre la PTF de las empresas ecuatorianas es que además de las variables mencionadas previamente, se utilizaron otras de carácter cualitativo que capturan otros aspectos de la digitalización, como el haber ofrecido capacitación en temas digitales, la importancia que las empresas les dan a las TIC, el uso de teletrabajo en la empresa, entre otras. Las variables claves para el análisis son ingresos operacionales, sueldos y salarios, capital TIC, capital no TIC, e insumos intermedios. Adicionalmente, se utilizaron otras variables observables, como el tamaño, el estatus de exportación, la edad y la localización.

²⁷ Para una explicación de esta metodología, ver: http://laklems.net/docs/Metodologia_LAKLEMS_Abril2020.pdf?1596429172

En todas las estimaciones, la elasticidad del capital TIC a la producción es positiva y estadísticamente significativa. Las estimaciones de la elasticidad de producción del capital TIC fluctúan, según el método de estimación, entre el 0,070 a 0,156, mostrando que un aumento del 10% en el capital TIC está asociado con un incremento de hasta 15,6% del producto. Sin embargo, se encuentran diferencias por actividad económica. Como es de esperarse, en el caso del **sector agrícola**, la elasticidad de producción del capital TIC tiene niveles más bajos (0,055-0,190) con relación a los demás factores productivos, como la mano de obra y el capital no TIC. Para el **sector de minas y petróleo**, el coeficiente del capital TIC es mayor (0,095-0,359), inclusive este llega a igualar al coeficiente del capital no TIC. Este resultado es atribuible a que este sector podría haber experimentado una drástica automatización en la última década. En el **sector manufacturero**, el coeficiente del capital TIC es menor (0,044-0,153) en comparación con los demás sectores; esta dinámica podría deberse principalmente a la gran importancia que tienen los insumos intermedios en los procesos de producción y a la especialización del país en sectores considerados de baja tecnología, que por lo general dependen mucho del capital no TIC. En el **sector comercio**, el efecto del capital TIC sobre el producto es comparable con el del capital no TIC. Sin embargo, como era de prever, los insumos intermedios son los que presentan coeficientes mayores; en especial el sector de comercio, que se ha caracterizado por ser menos intensivo en capital que otros. Para el **sector servicios**, tanto el coeficiente de sueldos y salarios como el coeficiente de capital TIC son altos, este último supera incluso al del capital no TIC; esto resulta particularmente relevante, ya que la evidencia ha encontrado que el capital TIC es importante para aumentar la productividad laboral y, por lo tanto, también la productividad total de los factores.

Para profundizar el análisis de heterogeneidades sectoriales y a nivel de la firma, los autores estiman la PTF y comparan las empresas de alta intensidad de capital TIC con las de baja intensidad, a través de diversas características observables. En la mayoría de los casos, las empresas con alto capital TIC son aquellas que presentan mayor productividad. Al comparar según características observables como edad, orientación a exportar y ubicación de la empresa, aquellas empresas con alto capital TIC efectivamente dominan a las de menor capital TIC. Sin embargo, al hacer el análisis por tamaño de empresa, las empresas grandes con bajo capital TIC muestran en su distribución una mayor productividad que aquellas con alto nivel de capital TIC. Esto puede ser explicado por el tipo de actividad económica que realizan estas empresas, como en el caso del sector primario, donde por lo general tienen una alta productividad y dependen de otros factores como el trabajo y el capital no TIC.

Los resultados además muestran un efecto positivo con retornos decrecientes del capital TIC sobre la PTF de las firmas ecuatorianas. Para toda la muestra y la mayoría de los sectores (excepto manufactura e industrias extractivas) se obtuvo que las firmas con nivel de capital TIC sobre la mediana de la distribución tienen una menor PTF. En contraste, aumentar la proporción de capital TIC sobre todo el capital siempre aumentará la PTF.

Finalmente, usando la base de empresas que respondieron al Chequeo Digital, se realiza un análisis del efecto sobre la PTF de diferentes variables que contribuyen a medir el nivel de madurez digital de la empresa. Estas variables están organizadas según distintas áreas, tales como: las habilidades digitales, la capacidad organizacional, la comunicación digital y los procesos de la empresa, y en general corresponden a medidas de percepción de los directivos y gerentes de las empresas respecto a diferentes prácticas de su organización. Los resultados para este grupo muestran que el capital TIC no tendría un efecto sobre la PTF. Con relación a las variables de uso de TIC, el efecto de haber realizado capacitaciones en temas digitales en la empresa muestra, en promedio, un impacto positivo y significativo sobre la productividad.

Este resultado es interesante y concuerda con algunos resultados identificados en la caracterización de las empresas del Chequeo Digital a nivel de América Latina: las empresas tienden a mostrar mayores inversiones en equipamiento que en el talento humano que acompaña su capital TIC. Es decir, posiblemente no se utilizan los recursos de forma tan eficiente, por lo cual los beneficios de la productividad provocada por estas inversiones se estarían perdiendo. Esto permite proponer una recomendación: combinar la inversión en capital TIC —tanto *software* como equipos— con el desarrollo de habilidades adecuadas para el aprovechamiento de dichas tecnologías. Esto podría contribuir a incrementar la productividad de las empresas ecuatorianas y cerrar algunas brechas de productividad tanto dentro del país como con otros países de ALC y otras economías en desarrollo.

Perú

García (2022) analiza y estima el efecto del uso de TIC y la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) sobre la PTF de las empresas de la industria manufacturera peruana en el periodo 2014-2018.

El autor utiliza como fuente de información la Encuesta Económica Anual (EEA) del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la cual permite construir paneles de datos para varios años para medir la PTF y un conjunto de indicadores de uso de TIC o adopción digital en las empresas, así como de inversión en I+D.

García realiza una revisión exhaustiva de los aspectos conceptuales y metodológicos de la estimación de la PTF a nivel de empresas, haciendo especial énfasis en los principales métodos econométricos modernos que abordan los problemas de endogeneidad que afectan a los métodos tradicionales. De igual modo, y sobre la base de los resultados de trabajos previos —tanto para Perú como para otros países— que estiman la PTF a partir de los datos de las empresas así como del efecto del uso de TIC y la innovación sobre productividad, el autor calcula la PTF de las empresas manufactureras peruanas para paneles de datos de tres años de la EEA: 2014 a 2016, 2015 a 2017, y 2016 a 2018 (García, 2022).

Una vez estimada la PTF, García realiza un análisis exploratorio para el panel 2016 a 2018 de la relación entre un grupo de variables de características de las empresas y de su digitalización con el nivel y la variación de los valores estimados de la PTF para luego medir los efectos de la intensidad de la inversión en I+D y el uso de TIC sobre la PTF.

El autor construyó índices sintéticos del uso de TIC a partir de las variables disponibles en la información de la EEA mediante el uso de técnicas de análisis factorial (dada la significativa correlación entre varias de ellas). Estos índices son: (i) proporción de trabajadores con PC y uso de internet, (ii) uso de intranet y extranet, (iii) compra y venta de productos a través de internet, (iv) *software* libre o desarrollado por empresas, (v) uso de sistema de gestión automatizado y red de área local, (vi) página web y pago de anuncios por internet, (vii) uso de tabletas y capacitación en TIC.

Los resultados de la estimación indican que la inversión en I+D tendría un efecto significativo sobre la PTF a nivel de las empresas manufactureras de mayor tamaño en Perú. Sin embargo, no se encuentra un efecto claro del uso de TIC sobre la PTF, aunque sí se hallan efectos positivos estadísticamente significativos de variables específicas, como el uso de extranet y, en menor medida, de red local. Los resultados mixtos en cuanto a TIC podrían estar asociados al hecho de que la muestra disponible utilizada es de empresas de mayor tamaño, las cuales tienen ya un uso significativo de TIC. Por ello, resulta importante realizar investigaciones que incluyan también a las empresas más pequeñas.

CAPÍTULO 3

RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

¿Cuáles son las barreras de adopción?

En general, las firmas enfrentan una serie de obstáculos y desafíos —más de uno a la vez— para adoptar nueva tecnología. Así, las políticas que sean exitosas en acelerar la difusión de nuevas tecnologías deben tener un carácter sistémico que permita relajar todas estas restricciones o la mayor cantidad posible. Sin embargo, para avanzar en un ejercicio de este tenor resulta beneficioso identificar y organizar cada uno de estos obstáculos de manera separada. Verhoogen (2021) propone un modelo para lograr este objetivo, que se resume de la siguiente manera:

Obstáculos en la oferta

Se refiere a los problemas y restricciones que enfrentan las empresas en el acceso a los factores necesarios para adoptar nuevas tecnologías.

- i. Talento digital.** Una de las principales barreras para la adopción de tecnologías digitales por las empresas es la falta de talento digital. La relativa escasez de talento con habilidades digitales en el mercado laboral afecta negativamente la capacidad de las empresas, especialmente las pymes, para adoptar tecnologías digitales. Es conocido que el proceso de adopción tecnológica requiere de personal con el conocimiento técnico necesario, no solo para comprender el funcionamiento de las tecnologías, sino el del negocio y los procesos productivos de la empresa para poder poner en práctica dichas tecnologías con eficacia. La falta de profesionales capacitados en tecnología digital también dificulta la implementación y el uso efectivo de tecnologías nuevas y avanzadas.
- ii. Falta de servicios de asistencia técnica.** Por otro lado, las empresas a menudo enfrentan dificultades para acceder a servicios de asistencia y soporte técnico, lo que afecta la adopción de nuevas tecnologías. En parte, esto se debe a un problema de coordinación. En mercados de tecnología poco maduros, la demanda empresarial por adoptar tecnología no existe, por lo que no hay incentivos a la entrada al mercado de nuevos proveedores tecnológicos. Simultáneamente, la relativa escasez de servicios de apoyo a procesos de digitalización empresarial inhibe la materialización de una demanda por este tipo de servicios, afectando negativamente la penetración de nuevas tecnologías. Inclusive, cuando estos servicios están disponibles, muchas empresas carecen de las capacidades para hacer la búsqueda e identificación de los proveedores que necesitan.
- iii. Escasez de bienes y servicios adecuados.** Por otra parte, las empresas proveedoras de oferta de soluciones tecnológicas enfrentan desincentivos para desarrollar productos dirigidos a la totalidad

del entramado productivo. En particular, atender la demanda atomizada y muchas veces heterogénea de las empresas de menor tamaño genera grandes costos de transacción que atentan contra la rentabilidad privada de atender ese mercado. Así, la calidad y cantidad de oferta tecnológica tiende a concentrarse en segmentos con empresas de mayor volumen o sectores con gran cantidad de transacciones.

vi. Restricciones financieras. Las dificultades en el acceso a financiamiento externo (es decir, fuera de la firma) obstaculizan la capacidad de una empresa de adquirir paquetes tecnológicos. En general, las asimetrías de información entre el capital financiero y la empresa que posee un proyecto financiable, en este caso de digitalización, producen una asignación de créditos inferior a la socialmente deseable. Mientras más sofisticado es el tipo de tecnología, la incertidumbre y las asimetrías de información serán mayores, generando impactos negativos de mayor envergadura.

Obstáculos dentro de la empresa

Se refiere a problemas al interior de la firma que inhiben una mayor adopción de tecnologías externas.

- i. Falta de capacidades de absorción.** El trabajo seminal de Cohen y Levinthal (1990), conceptualizó las capacidades de absorción de una organización, como la habilidad de identificar, asimilar, transformar y utilizar conocimiento externo en las operaciones. Esta combinación de prácticas y recursos resulta fundamental para que una empresa sea capaz de escoger el tipo de tecnología que requiere, y adquirir e incorporar a sus actividades aquellas tecnologías de manera exitosa. Es evidente que las empresas con bajas capacidades de absorción serán menos proclives a incorporar tecnologías en la medida en que desconocen sus beneficios y aplicaciones potenciales; además, son incapaces de estimar una rentabilidad esperada.
- ii. Bajas habilidades gerenciales.** Este aspecto está relacionado con el punto anterior, se enfatiza la necesidad de que una empresa esté “bien gestionada” para que también tenga un mejor desempeño relativo en la modernización tecnológica. La evidencia empírica confirma que las empresas con mayores habilidades gerenciales pueden obtener mayores beneficios de la incorporación de TIC a la firma (Crespi *et al.*, 2006; Van Reenen *et al.*, 2010). Esto se debe, en gran parte, a que para que la incorporación de una nueva tecnología, sobre todo aquellas de frontera o de última generación, sea exitosa, se necesita contar con personal y gerentes que sepan aplicar la tecnología (capacidades de absorción) y sean capaces de reorganizar sus funciones, tareas y responsabilidades para obtener los mayores beneficios posibles de una tecnología determinada.
- iii. Racionalidad limitada.** Finalmente, otro tema relacionado con las capacidades de absorción: la firma se ve restringida en su accionar a partir de los recursos con que cuentan sus tomadores de decisiones. Particularmente en el caso de las tecnologías digitales, la gerencia de una firma solo puede tomar decisiones de adquisición dentro del universo de opciones tecnológicas a las que tiene acceso. Esto se ve más claramente en las empresas pequeñas, cuyos tomadores de decisión tienen tradicionalmente menos habilidades gerenciales y una mayor incapacidad para identificar, por un lado, los beneficios potenciales de una tecnología o, por el otro, conocer las soluciones a sus problemas y desafíos productivos.

Obstáculos en el mercado donde opera la empresa

Se refiere a las condiciones de la demanda que enfrenta la firma y que desincentivan la incorporación de tecnologías digitales.

- i. Falta de competencia.** Las firmas que operan en mercados más competitivos tienden a tener mejores prácticas gerenciales y a ser más innovadoras²⁸. Ambos fenómenos posibilitan una mayor velocidad de modernización tecnológica. Como sostienen Benavente y Zúñiga (2022), las empresas en ALC, y específicamente en el caso de Colombia, tienden a innovar cuando se enfrentan a mercados más competitivos. Vargas (2022) muestra que gran parte de esa innovación consiste en procesos de modernización tecnológica orientados a la eficiencia de la producción. Bajos niveles de competencia doméstica facilitan el que las empresas puedan mantener márgenes positivos aun sin involucrarse en la innovación de procesos.
- ii. Regulación.** En general, el marco normativo puede incentivar o desincentivar la incorporación de tecnologías de diferentes maneras. Sin ánimos de ser exhaustivos, se puede mencionar la presencia de impuestos (positivos o negativos) a la compra de tecnología y el eventual tratamiento diferencial según su mercado de origen, altos costos transaccionales para incorporar capital humano específico formado en el extranjero, y los valores exigidos para la depreciación de maquinaria y equipamiento de TIC. A estos casos más “tradicionales” se agrega la reciente necesidad de contar con una regulación flexible para facilitar la aplicación de soluciones basadas en nuevas tecnologías. Contar con marcos regulatorios rígidos, con altos costos de modificación, resultará en un obstáculo importante para el desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en tecnologías digitales emergentes.

Recomendaciones de política pública para acelerar la digitalización empresarial

Para hacer frente a la gran cantidad de obstáculos que ralentizan la adopción de TIC en el sector productivo, es necesario implementar diferentes intervenciones complementarias que constituyan una política pública sistémica.

- i. Formación y atracción de talento digital.** Implementar programas de becas y créditos subsidiados que faciliten la formación de capital humano en las áreas necesarias demandadas por el sector privado. Debe fomentarse asimismo la aparición y creación de nuevos programas de formación que atiendan la demanda real, ya sea a través de instituciones tradicionales, como las universidades, o de nuevos proveedores privados de servicios rápidos de formación (Cathles y Navarro, 2019). Por otro lado, se debe facilitar e incentivar la atracción de talento digital a partir de cambios regulatorios en coordinación con las políticas migratorias o con incentivos a nivel de la firma.

²⁸ Aghion *et al.* (2005) muestran que a niveles muy altos de competencia, la intensidad de la innovación disminuye.

- ii. Creación de redes de apoyo a la transformación digital.** En mercados con oferta tecnológica poco desarrollada, la política pública puede invertir en la creación de instituciones específicas o la reorganización de instituciones existentes para elaborar una oferta de apoyo determinado, no solo a los procesos de adopción de tecnologías digitales, sino al desarrollo de innovaciones digitales por parte de las empresas más avanzadas en cada sector. La iniciativa de los centros de Innovación Digital de la Unión Europea es un ejemplo de fomento al desarrollo de capacidades de apoyo a la difusión de TIC, regionalizada, adecuada para las necesidades productivas de cada territorio (Wintjes y Vargas, 2023). Este tipo de organizaciones cumple, además, un rol de intermediario que permite agregar demanda y oferta tecnológica, así como proveer bienes públicos que remedien la falta de conocimiento de la población de empresas. En particular, proveen información sobre tecnologías y usos potenciales, así como el espacio y el equipamiento para prueba y demostración de uso de tecnología, disminuyendo asimetrías de información y la percepción de riesgo.
- iii. Agregación de la demanda.** Ya sea a través de organizaciones como las mencionadas en el punto anterior o en intervenciones *ad hoc*, la política pública puede disminuir los costos de transacción para que los proveedores tecnológicos atiendan la demanda desagregada de, por ejemplo, las pymes. Por ejemplo, a través de aportes no reembolsables que incentiven la presentación de necesidades colaborativas entre diferentes empresas de un mismo sector, incentivar la presentación de proyectos que atiendan al mercado de las pymes en los programas tradicionales de fomento al desarrollo de nuevos productos y servicios, o directamente el financiamiento de intermediarios de tecnología que tenga como función identificar espacios para agregación de demanda y la búsqueda de potenciales solucionadores en el mercado doméstico e internacional (Howells y Thomas, 2022).
- iv. Financiamiento inteligente.** Desarrollar una serie de instrumentos que faciliten el acceso a financiamiento de empresas con necesidades específicas de inversión en tecnología. En particular, el establecimiento conjunto de programas de garantías tecnológicas, créditos subsidiados o parcialmente reembolsables e incentivos tributarios permite resolver el problema de acceso a financiamiento de la población relevante, considerando las características del proyecto que desea desarrollar y la correspondiente falla de mercado que lo justifica (Fernández-Arias y Xu, 2020).
- v. Extensionismo tecnológico.** Los programas de apoyo técnico a las empresas tienen una larga tradición. Hoy en día, casi todos estos programas contienen, en mayor o menor medida, la incorporación de tecnologías digitales como parte del arsenal de herramientas que una empresa debe desarrollar para alcanzar nuevos niveles de productividad. A través de redes diseñadas para este tipo de tareas, como el modelo SBDC (Small Business Development Center) de EE. UU., o utilizando la capacidad ya instalada en universidades o agremiaciones regionales, la política pública puede facilitar el crecimiento basado en tecnología de aquellas empresas que cumplen con las características necesarias. Esto es, de la gran masa de empresas, existe solo un subconjunto de ellas que pueden ser llevadas al siguiente nivel una vez que cuenten con el paquete tecnológico adecuado. Si bien este modelo se ha desarrollado principalmente para empresas pequeñas y medianas, existen aplicaciones para el mundo de los micronegocios que también deben ser exploradas (Ghezzi y Carpio, 2022).
- vi. Mejorar el entorno económico.** Finalmente, una política procompetencia debiera generar los incentivos necesarios para que las empresas que cuentan con los recursos y el conocimiento sean más

intensivos en la adopción y desarrollo de tecnología, mientras que el resto de las empresas, basadas en la puesta en marcha de otras políticas como las enunciadas anteriormente, pueden desarrollar las capacidades para adoptar las TIC que impacten en su productividad. Por otro lado, el establecimiento de espacios de prueba regulatoria, como los *sandbox* y *testbed*²⁹, permiten de algún modo a las empresas experimentar y observar el despliegue y funcionamiento de las nuevas tecnologías en escala real, y al sector público aprender de este desarrollo, realizando las modificaciones regulatorias necesarias para no entorpecer la difusión tecnológica, resguardando el cumplimiento del resto de las normativas (Rosemberg *et al.*, 2020).

Rol de la política pública para desarrollo tecnológico a partir de la industria extractiva

Las recomendaciones propuestas en la subsección anterior, pese a generar buenos resultados en la modernización tecnológica, no necesariamente implicará una transformación productiva de sectores extractivos a otros con un mayor valor agregado. Si bien existen experiencias puntuales —como Nokia, que pasó del sector forestal al de las telecomunicaciones, o la de DSM, que pasó de extraer carbón a desarrollar biotecnología (Jeannet y Schreuder, 2015)—, son pocos los casos documentados sobre empresas basadas en recursos naturales que evolucionan hacia actividades más intensivas en conocimiento.

Más allá de estrategias de políticas de desarrollo productivo orientadas específicamente a la producción de nuevos bienes y servicios basados en conocimiento, la experiencia de casos como el australiano muestra cómo se pueden desarrollar nuevas actividades económicas a partir de la creación de bienes y servicios tecnológicos que satisfagan la demanda de las mismas cadenas extractivas; es decir, la transformación productiva a través del desarrollo tecnológico puede darse a partir de las propias necesidades del sector extractivo (Urzúa, 2011).

Recientemente, lizuka *et al.* (2022) han propuesto una serie de recomendaciones de política para poner en marcha programas que incentiven el desarrollo de empresas locales basadas en tecnología, que se desarrollan alrededor de la industria minera. La industria minera comienza a ofrecer nuevas perspectivas para la innovación, principalmente a partir de cómo se organiza la empresa y cómo se establece su red de transacciones con varios actores a lo largo de la cadena de valor. Las empresas mineras, sus proveedores y otras organizaciones involucradas en el sistema de innovación pueden comunicarse y establecer vínculos que fomentan la innovación y el desarrollo de nuevos productos y servicios domésticos para la cadena global. Los nuevos proveedores de países de ALC tienen más potencial para participar y agregar valor a estas cadenas, gracias al desarrollo de capacidades en nuevas tecnologías que afectan directamente la productividad de la industria minera, como las TIC, pero también gracias a los nuevos materiales y la biotecnología.

Las políticas públicas que apunten a la transformación productiva a partir del desarrollo de proveedores locales basados en conocimiento para la industria minera deben abordar los costos de transacción y las fallas del mercado que obstaculizan su desarrollo “orgánico.” Las grandes corporaciones mineras poseen múltiples desafíos operacionales cuya resolución afectaría positivamente a la empresa. Sin embargo, a fin de que las organizaciones externas puedan resolver estos retos, estos deben estar en

²⁹ Para mayor detalle y una explicación sobre estos temas, ver: Rosemberg *et al.* (2020).

un formato que esté al alcance de las otras organizaciones. Este proceso es costoso y no siempre resulta rentable. Sin embargo, incluso si se definen algunos problemas operativos, los posibles proveedores que los resolverían pueden no estar al tanto de estas oportunidades. Además, las asimetrías de información entre la industria minera y sus proveedores, como resultado del componente de conocimiento tácito de cada problema operativo, incrementan la complejidad de cada transacción tecnológica. Esto último se agrava cuando lo que se ofrece es un servicio (Rubalcaba, 2015).

Programas que intentan resolver estas fallas se han introducido en Chile y Perú, y han tenido diferentes grados de éxito. Sin embargo, existen desafíos estructurales que deben ser abordados para observar transformaciones productivas locales que escapen de la anécdota. Específicamente, la disponibilidad de conocimiento tecnológico en un país típico de América Latina es menor que la de otros países intensivos en recursos naturales, como Australia o Canadá. A nivel nacional, la región invierte poco en I+D. Las multinacionales mineras casi no invierten en I+D fuera de su casa matriz, mientras que las universidades de los países mineros de ALC apenas colaboran con el sector privado (Pietrobelli *et al.*, 2018; Confraria y Vargas, 2019). Mejorar la provisión y dotación de conocimiento tecnológico local permite mejorar las condiciones de entorno para incentivar al sector minero a desarrollar tecnología. Por ejemplo, las multinacionales realizan I+D en los mercados destino solo cuando hay oportunidades para aprender (Belderbos *et al.*, 2013; 2008). El sistema académico, además de crecer, debe alinear sus incentivos para que los investigadores realicen trabajos colaborativos con las empresas mineras.

REFERENCIAS

- Abuelafia, E. y Saboin, J. L. (2020). *Los desafíos para la recuperación de Venezuela y el impacto del COVID-19*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Acemoglu, D., Autor, D., Hazell, J. y Restrepo, P. (2022). Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from online vacancies. *Journal of Labor Economics*, 40(S1), S293-S340.
- ACNUR. (2022). Datos básicos. Agencia de la ONU para los refugiados. <https://www.acnur.org/es/datos-basicos.html>
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. y Howitt, P. (2005). Competition and innovation: An inverted U relationship. *The Quarterly Journal of Economics*, May, 701-728. <https://doi.org/10.1007/s10842-011-0123-4>
- Alarcon Lopez, L. G., Ayala Roa, M. y Marques da Costa Jacomassi, E. (2022). C2DB: crowdsourcing para identificar brechas digitales y estimar el costo de cerrarlas. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0004482>
- Álvarez, C. M. y Díaz, L. (de próxima publicación). Chequeo Digital en Venezuela: resultados y reflexiones sobre la madurez digital de las empresas en un entorno económico desafiante.
- Aly, H. (2020). Digital transformation, development and productivity in developing countries: is artificial intelligence a curse or a blessing? *Review of Economics and Political Science*, 7(4), 238-256. <https://doi.org/10.1108/REPS-11-2019-0145>
- Asian Development Bank (2019). The Digital Revolution in Asia and its Macroeconomic Effects. Working Paper Series No. 1029. Asian Development Bank Institute.
- Balza, L., de Los Ríos, C., Guerra, A., Herrera-Prada, L. y Manzano, O. (2021c). Unraveling the Network of the Extractive Industries. IDB Working Paper Series IDB - WP - 0 1201. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Baptista, B. (2021). Patrones de Digitalización Empresarial en Chile: Análisis Multivariado en base al Chequeo Digital. Mimeo.
- BCV. (2019). Producto Interno Bruto. <https://www.bcv.org.ve/estadisticas/producto-interno-bruto>
- Belderbos, R., Leten, B. y Suzuki, S. (2013). How Global is R&D? Firm-level determinants of home country bias in R&D. *Journal of International Business Studies*, 44(8), 765-786. <https://doi.org/10.1057/jibs.2013.33>
- Belderbos, R., Lykogianni, E. y Veugelers, R. (2008). Strategic R&D Location by Multinational Firms: Spillovers, Technology Sourcing, and Competition. *Journal of Economics & Management Strategy*, 17(3), 759-779. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9134.2008.00194.x>
- Benavente, J. M. y Zúñiga, P. (2022). How Does Market Competition Affect Firm Innovation Incentives in Emerging Countries? IDB Working Papers Series (IDB-WP-1342). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4095801>
- Beverinotti, J. y Deza, M. C. (2020). Una radiografía de la resiliencia de las empresas de la región andina para enfrentar el COVID-19. Documento para discusión IDB-DP-00778. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bloom, N., Sadun, R. y Van Reenen, J. (2012). Americans do IT better: US multinationals and the productivity miracle. *American Economic Review*, 102(1), 167-201. <https://doi.org/10.1257/aer.102.1.167>
- Campoverde, J. I. y Granda, M. L. (2021). Reporte 2020 - 2021. ¿Cuál es el nivel de digitalización de las empresas en Ecuador? Una aproximación a través de la herramienta Chequeo Digital. <https://pymedigital.ec>
- Campoverde, J. I., Granda, M. L. y Saboin, J. L. (2022). The Impact of ICT Capital on Firm Output and Productivity: Evidence for Ecuadorian firms. Nota técnica BID IDB-TN-02621. <http://dx.doi.org/10.18235/0004664>

- Carbon Trust (2022). Digitalization in the extractive sector: A comparative analysis of the Andean region. Monografía BID. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0004675>
- Cathles, A., Suaznábar, C. y Herrera, D. (2022). Convivir con el coronavirus. ¿Cómo aprovechar la inercia para digitalizar a las pymes de la región? Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cathles, A. y Navarro, J. C. (2019). *Disrupting Talent: The Emergence of Coding Bootcamps and the Future of Digital Skills*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0001651>
- CEPAL. (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Chen, M. y Volpe Martincus, C. (2022). Digital Technologies and Globalization: A Survey of Research and Policy Applications. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Confraria, H. y Vargas, F. (2019). Scientific systems in Latin America: performance, networks, and collaborations with industry. *The Journal of Technology Transfer*, 44(3), 874-915. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9631-7>
- Crespi, G., Guillard, C., Salazar, M. y Vargas, F. (2022). Harmonized Latin American Innovation Surveys Database (LAIS): Firm-Level Microdata for the Study of Innovation. Nota técnica IDB-TN-2418. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Crespi, G., Criscuolo, C. y Haskel, J. (2007). Information Technology, Organisational Change and Productivity. CEPR Discussion Paper DP6105. <https://ssrn.com/abstract=1132242>
- Dini, M., Gligo, N. y Patiño, A. (2021). Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/99). Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- Duneja, R., Pichai, H. y Taga, K. (2020). Embracing the future. How can operators embrace telecom disruption. Arthur D. Little.
- Fernández-Arias, E. y Xu, J. (2020). Effective Development Banking: Loans or Guarantees? International Research Initiative on PDBs Working Groups Working Paper 171. Agence Française de Développement.
- Foro Económico Mundial. (2017). Digital Transformation Initiative: Mining and metals industry.
- Gallego, J. M., Nieves, M. A., Saboin, J. L., Vargas, F. y Díaz, L. (de próxima publicación). ICT returns to production in Colombian manufacturing firms (2013-2018). Nota técnica. Banco Interamericano de Desarrollo.
- García, J. M. (2022). Estimación del impacto del uso de las TIC y de la inversión en I&D sobre la productividad de las empresas manufactureras en Perú. Nota técnica IDB-TN-2590. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0004588>
- Ghezzi, P. y García Carpio, J. M. (2022). Las MYPE en Perú: saltando la valla de calidad para contribuir al crecimiento y al desarrollo. Monografía del BID 993. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0004258>.
- García Zaballos, A. G., Iglesias, E., Cave, M., Elbittar, A., Guerrero, R., Mariscal, E. y Webb, W. (2020). El impacto de la infraestructura digital en las consecuencias de la COVID-19 y en la mitigación de efectos futuros. Banco Interamericano de Desarrollo. Documento para discusión N° IDB-DP-827. <http://dx.doi.org/10.18235/0002809>.
- García Zaballos, A. y Lopez-Rivas, R. (2012). Socioeconomic Impact of Broadband in Latin American and Caribbean Countries. Technical Note No, IDB-TN-471. Documento para Discusión No. IDB-DP-827. Banco Interamericano de Desarrollo.
- García Zaballos, A., Iglesias Rodríguez, E. y Puig Gabarró, P. (2022). Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha: brecha digital en América Latina y el Caribe: IDBA 2021. Documento para discusión IDB-DP-9 59. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0004379>

- Gómez, M., Díaz de Astarloa, B., Mulder, N., Corcuera, S., Weck, W., Barreiros, L., Contreras, R. y Patiño, A. (2021). Recuperación económica tras la pandemia Covid-19: empoderar a América Latina y el Caribe para un mejor aprovechamiento del comercio electrónico y digital. Documento para discusión IDB-DP-00881. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Grazzi, M. y Jung, J. (2019). What are the drivers of ICT diffusion? Evidence from Latin American firms. *Information Technologies & International Development*, 15, 15.
- Halff, A., Monaldi, F., Palacios, L. y Santos, M. (2017). Apocalypse now: Venezuela, oil and reconstruction. *Columbia| SIPA| Center on Global Energy Policy*.
- Hausmann, R. y Rodríguez, F. (2014). Why did Venezuelan growth collapse? *Venezuela before Chavez: anatomy of an economic collapse*, 30-56.
- Howells, J. y Thomas, E. (2022). Innovation search: the role of innovation intermediaries in the search process. *R&D Management*, 52(5), 992-1008. <https://doi.org/10.1111/radm.12534>
- ICMM. (2020). Role of mining in national economies. Mining Contribution Index (MCI) (5th ed.). International Council on Mining & Metals.
- Iizuka, M., Pietrobelli, C. y Vargas, F. (2022). Innovation in Mining Global Value Chains: Implications for Emerging Economies. *Global Challenges for Innovation in Mining Industries* (pp. 88-116). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108904209.005>
- Jeannot, J. y Schreuder, H. (2015). *From Coal to Biotech: The Transformation of DSM with Business School Support*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46299-7>
- Katz, R. L. y Callorda, F. (2015, julio). Impacto de arreglos institucionales en la digitalización y el desarrollo económico de América Latina. Conferencia anual CPR LATAM, Cancún. <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm>.
- Katz, J. y Pietrobelli, C. (2018). Natural resource based growth, global value chains and domestic capabilities in the mining industry. *Resources Policy*, 58, 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.02.001>
- Levinsohn, J. y Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, 70(2), 317-342.
- Microsoft. (2022). Impacto de la pandemia: 9 de cada 10 pymes aceleraron su proceso de transformación digital en Ecuador. <https://news.microsoft.com/es-xl/impacto-de-la-pandemia-9-de-cada-10-pymes-aceleraron-su-proceso-de-transformacion-digital-en-ecuador/>
- Navarro, J. C. (2018) El imperativo de la transformación digital. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001293>
- NRGI. (2017). Mining and institutional frameworks in the Andean region. The super cycle and its legacy, or the difficult relationships between policies to promote mining and hydrocarbon investment and institutional reforms in the Andean region. Natural Resource Governance Institute & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
- Obuchi, R., Abadí, A. y Lira, B. (2011). Gestión en rojo: evaluación de desempeño de 16 empresas estatales y resultados generales del modelo productivo socialista. Ediciones IESA.
- OECD. (2017). OECD Digital Economy Outlook 2017. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264276284-en>
- OMPI. (2021). Global Innovation Index 2021 – Tracking Innovation through the COVID-19 crisis. Organización Mundial de Propiedad Intelectual.
- Olivo, V. y Saboin, J. L. (2020). Venezuela's Lagged Price Adjustment: Inflationary Pass-through, Consumption and Distributional Impacts, and (Potential) Policy Implications.
- Olley, G. S. y Pakes, A. (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica*, 64, 1263-1297.
- Peña, I. (2021). Tecnolatinas 2021: The LAC Startup Ecosystem Comes of Age. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0003080>

- Pietrobelli, C., Marin, A. y Olivari, J. (2018). Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America. *Resources Policy*, 58, 1-10.
- Portulans Institute. (2021). Network Readiness Index 2021. Benchmarking the Future of the Network Economy. <https://networkreadinessindex.org/>
- Rosemberg, C., Potau, X., Leistner, S., Dijkstal, F., Vinnik, A., Tiriduzzi, C., Dave, A. y Blind, K. (2020). *Regulatory Sandboxes and Innovation Testbeds: A Look at International Experience in Latin America and the Caribbean*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0002526>
- Rovigatti, G. y Mollisi, V. (2018). Theory and practice of total-factor productivity estimation: The control function approach using Stata. *The Stata Journal*, 18(3), 618-662.
- Rubalcaba, L. (2015). Service Innovation in Developing Economies: Policy Rationale and Framework. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(3), 540-557. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.1026694>
- Saboin, J. L. (2021). The Venezuelan Enterprise. Monografía BID 914. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0003099>.
- Suaznábar, C. y Henríquez, P. (2020). Transformación digital empresarial: ¿Cómo nivelar la cancha? Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002692>.
- Urzúa, O. (2011). *The emergence and development of knowledge intensive mining service suppliers in the late 20th century*. University of Sussex.
- Vargas, F. (2022). Innovation Strategies and Their Main Adoption Determinants. In *UNU-MERIT Working Papers* (No. 2022-018).
- Van Reenen, J., Bloom, N., Draca, M., Kretschmer, T., Sadun, R., Overman, H. y Schankerman, M. (2010). The Economic Impact of ICT. Final Report. Centre for Economic Performance.
- Vera, L. (2017). In search of stabilization and recovery: macro policy and reforms in Venezuela. *Journal of Post Keynesian Economics*, 40(1), 9-26.
- Vera, L. (2018). ¿Cómo explicar la catástrofe económica venezolana? *Nueva Sociedad*, (274).
- Verhoogen, E. (2021). Firm-Level Upgrading in Developing Countries. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.3386/w29461>
- Wintjes, R. y Vargas, F. (de próxima publicación). Digital Innovation Hubs: Insights from European experience in supporting business digitalization.
- Zambrano, O. y Hernández, H. (2021). *La clase media en Venezuela: Definición, caracterización y evolución reciente*. Banco Interamericano de Desarrollo.

