

NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-02927

# Travesía 4.0

Hacia la transformación digital  
de la industria paraguaya

Soledad Feal Zubimendi  
Paula Garnero

Banco Interamericano de Desarrollo  
Departamento de Países del Cono Sur (CPR)

Mayo 2024



# Travesía 4.0

Hacia la transformación digital  
de la industria paraguaya

Soledad Feal Zubimendi  
Paula Garnero

Banco Interamericano de Desarrollo  
Departamento de Países del Cono Sur (CPR)

Mayo 2024



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

Feal-Zubimendi, Soledad.

Travesía 4.0: hacia la transformación digital de la industria paraguaya / Soledad Feal Zubimendi, Paula Garnero.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2927)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Industrial productivity-Paraguay. 2. Industrial productivity-Effect of technological innovations on-Paraguay. 3. Labor market-Paraguay. 4. Labor supplay-Paraguay. I. Garnero, Paula. II. Banco Interamericano de Desarrollo. Representación en Paraguay. III. Título. IV. Serie.

IDB-TN-2927

**Abstract:** El objetivo de este estudio es identificar el uso actual y esperado de las nuevas tecnologías en diversas áreas de las empresas industriales de Paraguay, así como los impactos que estas tendrán en la demanda laboral en el futuro cercano. Para esto, en el año 2023 se llevó a cabo por primera vez una encuesta a 152 empresas. Este trabajo presenta resultados sobre el tipo de tecnologías empleadas en diferentes áreas funcionales de las empresas, las acciones innovadoras en curso y las previstas para el futuro, las barreras que enfrentan las empresas al adoptar nuevas tecnologías, y la brecha entre demanda y oferta de habilidades y competencias laborales. Los hallazgos sugieren que el proceso de transición hacia la Industria 4.0 en Paraguay es incipiente.

**Autores:** Soledad Feal Zubimendi, Paula Garnero

**Unidad:** CSC/CPR

**Tema:** adopción de tecnología, transformación digital, desarrollo industrial, demanda laboral

**Códigos JEL:** L20, L50, O14, O32, O33

**Palabras claves:** adopción de tecnología, desarrollo industrial, demanda laboral, transformación digital.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 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.

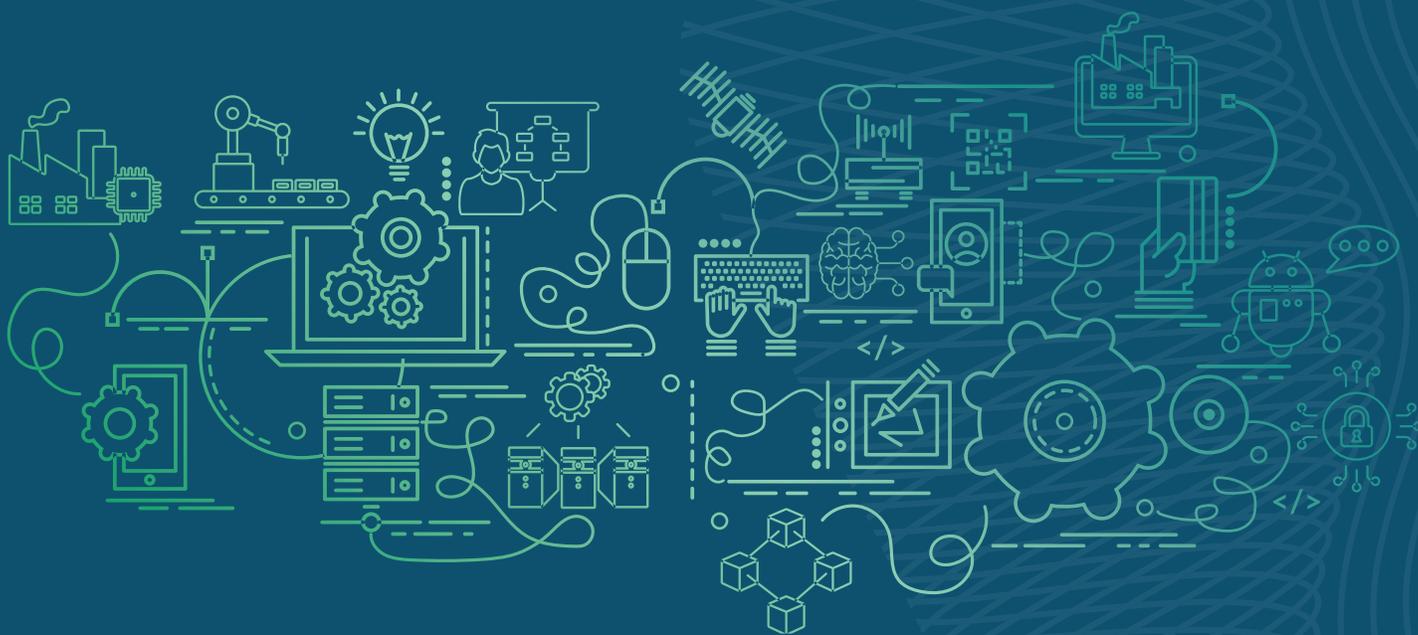
Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

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.



# TRAVESÍA 4.0

Hacia la transformación digital  
de la industria paraguaya



Soledad Feal Zubimendi  
Paula Garnero

# ÍNDICE

<b>Principales hallazgos.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Metodología.....</b>	<b>18</b>
2.1. Estructura de la encuesta .....	18
2.2. Sectores seleccionados .....	23
2.3. Diseño muestral .....	24
2.4. Caracterización de los clústeres .....	26
<b>3. Resultados de la encuesta.....</b>	<b>28</b>
3.1. Adopción tecnológica en la industria de Paraguay.....	28
3.2. Barreras para la adopción tecnológica.....	34
3.3. El futuro tecnológico y las acciones para cerrar la brecha tecnológica.....	38
3.4. Demanda de habilidades.....	52
3.5. Impacto de la transformación digital en el empleo.....	59
3.6. Resultados de la clusterización .....	63
<b>4. Travesía hacia la transformación digital .....</b>	<b>75</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>82</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 1.</b> Cuestionario del relevamiento .....	85
<b>Anexo 2.</b> Sectores seleccionados.....	103
<b>Anexo 3.</b> Diseño muestral .....	106
<b>Anexo 4.</b> Metodología para la definición de los clústeres .....	110
Índice de adopción.....	110
Índice de dinamismo .....	110
Criterios para la clusterización .....	112
<b>Anexo 5.</b> Matriz de recomendaciones de política y acciones sugeridas .....	113

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> La industria en Paraguay .....	16
<b>Cuadro 2.</b> Uso de tecnologías avanzadas en las empresas del Mercosur .....	32
<b>Cuadro 3.</b> Innovación en la industria paraguaya .....	42
<b>Cuadro 4.</b> Uso de comercio electrónico en la industria paraguaya .....	47
<b>Cuadro 5.</b> Adopción tecnológica en la industria paraguaya de alimentos y bebidas.....	48
<b>Cuadro 6.</b> Resultados de la clusterización en Argentina, Uruguay y Paraguay .....	67
<b>Cuadro 7.</b> Experiencias de políticas y herramientas para la transformación tecnológica de las empresas de América Latina.....	78

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Adopción tecnológica por área funcional (% de empresas).....	29
<b>Gráfico 2.</b> Adopción tecnológica actual por tamaño (% de empresas).....	30
<b>Gráfico 3.</b> Adopción tecnológica por condición exportadora (% de empresas).....	31
<b>Gráfico 4.</b> Empresas que utilizan tecnologías de tercera y cuarta generación por país y área funcional (% de empresas).....	33
<b>Gráfico 5.</b> Adopción de tecnologías de tercera y cuarta generación por tamaño de empresa (% de empresas) .....	33
<b>Gráfico 6.</b> Principales barreras para la adopción de tecnologías digitales. (promedio general, en % de empresas).....	35
<b>Gráfico 7.</b> Principales barreras para la adopción de tecnologías digitales en las empresas micro y pequeñas (% de empresas).....	36
<b>Gráfico 8.</b> Principales barreras para la adopción tecnológica en las empresas medianas (% de empresas).....	37
<b>Gráfico 9.</b> Principales barreras para la adopción tecnológica en las empresas grandes (% de empresas) .....	38
<b>Gráfico 10.</b> Expectativas sobre uso futuro tecnológico por área funcional (% de empresas) .....	39
<b>Gráfico 11.</b> Expectativas sobre el uso de tecnologías digitales en el futuro próximo según tamaño y condición exportadora (% de empresas) .....	40
<b>Gráfico 12.</b> Acciones para avanzar hacia la transformación digital por área funcional (% de empresas) .....	41
<b>Gráfico 13.</b> Tipo de acciones en curso para avanzar en el proceso de transformación digital (% de empresas) .....	42

<b>Gráfico 14.</b> Innovaciones en productos, servicios y procesos (% de empresas).....	43
<b>Gráfico 15.</b> Estrategias y acciones para avanzar hacia la transformación digital por tamaño de empresa (% de empresas).....	44
<b>Gráfico 16.</b> Porcentaje de empresas que realizan ventas/exportaciones a través de canales digitales/plataformas de marketplace por tamaño de empresa (% de empresas).....	47
<b>Gráfico 17.</b> Adopción tecnológica por área funcional en empresas del sector de alimentos y bebidas (% de empresas del sector).....	49
<b>Gráfico 18.</b> Principales barreras para la adopción tecnológica en el sector de alimentos y bebidas (% de empresas del sector).....	50
<b>Gráfico 19.</b> Expectativas de adopción tecnológica en el futuro (próximo 5 años) en el sector de alimentos y bebidas (% sobre el total de empresas del sector).....	50
<b>Gráfico 20.</b> Acciones para avanzar hacia la transformación digital por área funcional (% de empresas del sector).....	51
<b>Gráfico 21.</b> Tipo de acciones para cerrar la brecha tecnológica en el sector de alimentos y bebidas (% de empresas del sector).....	51
<b>Gráfico 22.</b> Valoración de la importancia de las habilidades en el presente y en un futuro próximo (5 años) (% de empresas).....	53
<b>Gráfico 23.</b> Valoración de la importancia de las habilidades en los dos últimos años por tamaño de empresa (% de empresas).....	54
<b>Gráfico 24.</b> Valoración de la importancia de las habilidades en los dos últimos años por condición exportadora (% de empresas).....	55
<b>Gráfico 25.</b> Importancia de ciertas habilidades y conocimientos en el presente y en el futuro (5 años) (% de empresas).....	57
<b>Gráfico 26.</b> Impacto de la automatización en los últimos 5 años, promedio y por tamaño de empresa (% de empresas).....	60
<b>Gráfico 27.</b> Impacto de la automatización en los últimos 5 años por área de operación (% de empresas).....	62
<b>Gráfico 28.</b> Impacto neto de la automatización en el futuro (próximos 5 años) por área de operación (% de empresas).....	63
<b>Gráfico 29.</b> Distribución de la muestra en la Travesía hacia la Transformación Digital de Paraguay (% de empresas).....	64
<b>Gráfico 30.</b> Distribución de clústeres por tamaño de las empresas (% de empresas)....	64
<b>Gráfico 31.</b> Distribución de clústeres por condición exportadora (% de empresas).....	65

<b>Gráfico 32.</b> Distribución de trekkers, alpinistas y cóndores por sector (% de empresas) .....	66
<b>Gráfico 33.</b> Distribución de las empresas por clúster en Argentina (2018), Paraguay (2023) y Uruguay (2019) (% de empresas por país) .....	67
<b>Gráfico 34.</b> Distribución de las firmas por clúster según condición exportadora en Argentina, Paraguay y Uruguay (% de empresas por país).....	68
<b>Gráfico 35.</b> Distribución de las firmas por clúster según tamaño en Argentina, Paraguay y Uruguay (% de empresas por país).....	69
<b>Gráfico 36.</b> Valoración de habilidades por segmento de clusterización (% de empresas de cada grupo).....	73
<b>Gráfico 37.</b> Valoración de habilidades técnicas por segmento de clusterización (% de empresas de cada grupo).....	74

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Caracterización de las tecnologías por área funcional.....	20
<b>Tabla 2.</b> Composición de la muestra original por cantidad de firmas por sector y tamaño.....	25
<b>Tabla 3.</b> Composición de la muestra original por cantidad de firmas exportadoras y tamaño.....	26
<b>Tabla 4.</b> Adopción tecnológica por área funcional y tamaño de empresa (% de empresas) .....	30
<b>Tabla 5.</b> Adopción tecnológica por área funcional y condición exportadora (% de empresas) .....	31
<b>Tabla 6.</b> Tipo de acción y estado de implementación según tamaño de las firmas (% de empresa).....	45
<b>Tabla 7.</b> Importancia de habilidades y conocimientos centrados en el manejo de ciertas tecnologías en el presente y en el futuro (% de empresas por tamaño).....	58
<b>Tabla 8.</b> Ranking de los 5 principales obstáculos para las empresas Cóndores (% de empresas Cóndores).....	71
<b>Tabla 9.</b> Ranking de los 5 principales obstáculos para las empresas Alpinistas (% de empresas Alpinistas).....	71
<b>Tabla 10.</b> Ranking de los 5 principales obstáculos para las empresas Trekkers. (% de empresas Trekkers).....	71

## Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Enrique Duarte, presidente de la Unión Industrial Paraguaya (UIP), y en su nombre a todo el equipo de la UIP, por su apoyo para la realización de las encuestas a las empresas industriales de Paraguay y la elaboración de este informe.

Asimismo, agradecemos los valiosos comentarios y contribuciones de Macarena Arostequi, Magdalena Barafani, Jorge Garicoche, Mikael Larsson, Griselda Meyer, Liliana Serrate, Jazmín Suárez, Blanca Torrico, Manuel Urquidi, Magalí Vedoy Granja y Jazmín Zaputovich.

# PRINCIPALES HALLAZGOS

1

- **Industria 4.0: un largo camino por recorrer.** Los datos relevados de la encuesta a la industria paraguaya en 2023 muestran que, en promedio, 8 de cada 10 firmas utilizan tecnologías poco avanzadas (de primera y segunda generación) y sólo el 17% utiliza tecnologías más próximas a la industria 4.0 (de tercera y cuarta generación).<sup>1</sup> El mayor atraso tecnológico se observa en la relación con el cliente/consumidor, en la que 7 de cada 10 firmas utilizan tecnología de primera generación. El área funcional tecnológicamente más avanzada es la de relación con proveedores, donde el 22% de las empresas utilizan tecnologías de tercera y cuarta generación. Hacia el futuro, en promedio, el 58% de las empresas esperan utilizar tecnologías 3.0 y 4.0.

<sup>1</sup> Para evaluar los diferentes grados de integración, conexión y complejidad del conjunto de tecnologías utilizado por la firma, se utiliza la siguiente categorización:

**Generación 1.0 (producción rígida):** automatización rígida y aislada con el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs), en contabilidad, en el proyecto o en la producción.

**Generación 2.0 (producción flexible):** automatización flexible o semiflexible con el uso de TICs, sin integración o sólo integración parcial entre las áreas de la empresa.

**Generación 3.0 (producción integrada):** uso de las TICs y automatización con integración y conexión en todas las actividades y áreas de la empresa.

**Generación 4.0 (producción conectada e inteligente):** uso de las TICs de forma integrada, conectada e “inteligente”, es decir, con retroalimentación de información sobre operación para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.

2

● **El tamaño de la empresa incide en la brecha tecnológica y las expectativas de digitalización a futuro.**<sup>2</sup> Las empresas de mayor tamaño están actualmente más avanzadas tecnológicamente, ya que el 21% utiliza tecnologías de tercera y cuarta generación (contra 11% entre las medianas y 17% entre las micro y pequeñas). Sin embargo, las más optimistas son las firmas de menor tamaño; el 60% de las micro y pequeñas tiene expectativas de utilizar tecnologías de tercera y cuarta generación en los próximos 10 años.

3

● **Brecha tecnológica: mucha conciencia, algunas acciones concretas.** Si bien 7 de cada 10 empresas se muestran conscientes de que deben trabajar en el presente para cerrar la brecha tecnológica en el futuro, solamente 1 de cada 10 está implementando acciones concretas en la actualidad. 4 de cada 10 está realizando estudios iniciales para emprender su transformación digital y 2 de cada 10 definió proyectos o tiene planes de acción formales pero aún no los han puesto en marcha. Los mayores esfuerzos se observan en la relación con los clientes/consumidores (precisamente, el área tecnológicamente más rezagada) y la relación con proveedores, en la que el 13% y el 12% de las firmas respectivamente están implementando acciones concretas. Asimismo, el 46% de las empresas grandes están implementando acciones concretas para cerrar la brecha, ratio que baja a 27% entre las medianas, y a 22% entre las micro y pequeñas.

4

● **La condición exportadora no emerge como factor determinante en el camino de las firmas paraguayas hacia la Industria 4.0.** En Paraguay, al igual que en Uruguay, pero distinto a lo observado en Argentina y Brasil, no se encuentran diferencias significativas en la adopción tecnológica entre las empresas exportadoras y las abocadas totalmente al mercado

<sup>2</sup> Para la clasificación de las empresas según tamaño, se utilizó el criterio de la Ley N.º 4.457/12, cuyos valores de ingresos fueron actualizados luego por el Decreto N.º 3698/2020:

**Micro:** 1 a 10 personas ocupadas/Ingresos anuales menores a G. 646 millones.

**Pequeña:** hasta 30 personas ocupadas/Ingresos anuales menores a G. 3.230 millones.

**Mediana:** hasta 50 personas ocupadas/Ingresos anuales menores a G. 7.752 millones.

**Grande:** más de 50 personas ocupadas/Ingresos anuales mayores a G. 7.752 millones.



interno.<sup>3</sup> Incluso, los datos de la encuesta muestran una mayor utilización de tecnologías de tercera y cuarta generación entre las empresas no exportadoras (21%) respecto a las exportadoras (15%). Sin embargo, hacia el futuro, el 47% de las firmas exportadoras espera utilizar tecnologías 4.0, superando a las expectativas de las no exportadoras (24%).

5

● **El factor humano y la inversión son los principales obstáculos para la digitalización.** 4 de cada 10 empresas paraguayas señalan la falta de recursos humanos con los conocimientos adecuados como un problema de importancia y 3 de cada 10, aspectos vinculados a la inversión (monto, financiamiento, plazos de amortización y beneficios). A pesar de ello, el 49% de las firmas está realizando u ofreciendo capacitaciones al personal y el 37% invierte en bienes de capital (maquinarias y equipos).

6

● **Las habilidades blandas están en el podio de las más valoradas a la hora de contratar personal.** El 99% de las empresas paraguayas valora positivamente las habilidades blandas<sup>4</sup> y el 84% reconoce la importancia de las habilidades asociadas a la interacción de las personas con las máquinas. En menor medida, las empresas encuestadas reconocen la importancia de las habilidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (CTIM); el 62% las considera importantes en la actualidad y el 87% cree que lo serán en el futuro.

7

● **La transformación digital puede generar empleo en la industria paraguaya.** El 45% de las empresas reconoce que, como resultado de la incorporación de tecnologías digitales y de la automatización, no hubo cambios en su dotación de personal. Por su parte, 20% reconoce haber reducido puestos de trabajo y 26% haber necesitado contratar más trabajadores. Hacia el futuro, las firmas esperan que la necesidad de contratar

3 Se considera exportadora a la firma que declaró en la encuesta haber realizado ventas al mercado externo en 2022, independientemente del monto de estas ventas al exterior. Se considera "no exportadora" a la firma que declaró que el 100 % de sus ingresos de 2022 se lograron por ventas en el mercado interno.

4 Se refiere a la capacidad de las personas de trabajar en equipos, la flexibilidad, la buena comunicación y la autoorganización, entre otras.



empleados sea mayor en áreas como marketing e investigación de mercados, y de desarrollo de procesos e innovación en I+D. Contrariamente, anticipan tendencias negativas en las contrataciones en áreas como de relación con los proveedores y en la atención a los clientes.

8

● **Proceso de transformación digital enmarcado en una visión de la innovación amplia y adaptativa.** En los últimos tres años, las empresas paraguayas se han mostrado muy activas en sus esfuerzos de innovación, pues 8 de cada 10 reconocen haber introducido al mercado un nuevo producto/servicio y haber implementado un nuevo proceso o mejorado significativamente los existentes. Sin embargo, en promedio, sólo el 14% dice estar realizando acciones en materia de I+D+i.<sup>5</sup> Posiblemente, las oportunidades que encuentran las empresas industriales en Paraguay para agregar valor e innovar estén sustentadas en otras acciones -distintas a la tradicional inversión en I+D+i-, donde se muestran muy dinámicas. Es decir, el proceso de transformación digital de las firmas parece estar más orientado hacia la integración y mejora de tecnologías y conocimientos existentes —desarrollados por terceros— que a los desarrollos tecnológicos propios. Esto refleja una visión de innovación más amplia y adaptativa, donde las empresas buscan obtener ventajas competitivas a través de la adopción y adaptación inteligente de soluciones tecnológicas disponibles, más que a través de la inversión en I+D+i tradicional.

9

● **La travesía paraguaya hacia la transformación 4.0 es un camino largo y sinuoso.**<sup>6</sup> En la base de la montaña se distingue a un grupo numeroso, integrado por el 74% de las firmas, denominado Trekkers.<sup>7</sup> Se trata de empresas que utilizan tecnologías poco avanzadas y que no están

5 Entre las empresas grandes el 39%; entre las medianas el 2%, y entre las micro y pequeñas el 12%.

6 Mediante una metodología de clusterización, se clasifican las firmas según la complejidad de las tecnologías que utilizan en la actualidad (índice de adopción tecnológica) y según los esfuerzos/acciones concretas que estén realizando para adoptar tecnologías más avanzadas (índice de dinamismo). Con base en los resultados de los índices, las empresas se agrupan en clústeres (trekkers, alpinistas, cóncores) que metafóricamente reflejan el posicionamiento de las firmas en la “Travesía hacia la Transformación Digital” entendida esta como una montaña que las firmas deben escalar. Ver nota metodológica en Anexos.

7 Empresas que utilizan tecnologías de primera generación en todas sus áreas funcionales.



realizando acciones concretas para emprender el camino hacia la industria 4.0. En la mitad de la montaña, se encuentran el 20% de las firmas, denominadas Alpinistas.<sup>8</sup> Son empresas que utilizan tecnologías de mediana complejidad, pero, a diferencia de los Trekkers, se muestran activas en sus esfuerzos por avanzar en el sendero de la transformación digital. Finalmente, en la cima de la montaña, se encuentra un grupo pequeño integrado por el 6% de las firmas, denominado Cóndores.<sup>9</sup> Entre los Cóndores, se identificaron principalmente empresas del sector textil; química y farmacéutica; alimentos y bebidas y fabricación de papel y productos del papel. El plazo (muy largo) de amortización de la inversión es el principal problema señalado por los Cóndores; la falta de recursos humanos calificados lidera el ranking entre los Alpinistas; y la alta inversión inicial lidera los obstáculos entre los Trekkers.

10

- **Cóndores, Alpinistas y Trekkers con necesidades distintas a la hora de contratar personal.** Las empresas que transitan su escalada tecnológica se muestran más equilibradas en la valoración de habilidades socioemocionales y tecnológicas. Prácticamente todas las empresas Alpinistas, en transición activa hacia la industria 4.0, demuestran una alta valoración de las habilidades blandas y de las habilidades básicas en computación (100% y 99% respectivamente). Por otro lado, los Cóndores, más avanzados tecnológicamente, enfocan su atención en habilidades técnicas como ciberseguridad (80%) y análisis de grandes volúmenes de datos (68%), mientras que las habilidades blandas reciben menos énfasis, lo que responde a su contexto de alta automatización y necesidad de mantenimiento de sistemas avanzados. En contraste, las empresas Trekkers, tecnológicamente más atrasadas, coinciden casi unánimemente (99%) en la importancia de las habilidades blandas, subrayando la relevancia del capital humano y las relaciones interpersonales en entornos menos digitalizados.

8 Utilizan tecnologías de segunda y tercera generación en al menos 1 área funcional. Además, se muestran decididamente activas en incorporar tecnologías más complejas (tienen planes definidos o en ejecución para adoptar tecnologías de la industria 4.0. en el futuro).

9 Utilizan tecnologías de tercera y cuarta generación en alguna de sus áreas funcionales.



# 1. INTRODUCCIÓN

La economía global está transitando una fase caracterizada por la digitalización y la conectividad. El desarrollo y la adopción de tecnologías emergentes y de modelos de negocios nuevos basados en el uso intensivo de datos y algoritmos conllevan a transformaciones en el plano productivo, económico y social. Estos cambios, notables por su magnitud, velocidad y alcance, particularmente en el mundo empresarial y laboral, son asociados al concepto de “Cuarta Revolución Industrial” (Schwab, 2016).

Las nuevas tecnologías, denominadas 4.0, comprenden sistemas de integración, sistemas autónomos, Internet de las cosas, manufactura aditiva, *big data*, computación en la nube, simulación de entornos virtuales, inteligencia artificial, ciberseguridad y realidad aumentada, entre otras. El cambio de paradigma asociado a la Cuarta Revolución Industrial y a la adopción de tecnologías 4.0, propician una nueva forma de generar valor. Su uso habilita esquemas de producción flexibles y aumentos de productividad ligados a una creciente automatización de algunos procesos productivos, la descentralización de la toma de decisiones, el uso de modelos predictivos, el impulso a nuevos productos y servicios, y la optimización en las cadenas logísticas, la transformación de productos tradicionales en productos inteligentes; la producción descentralizada y en red, los esfuerzos de cooperación horizontales y verticales dentro de las cadenas de valor, las ventas mediante plataformas digitales, la personalización de los productos y servicios, etc.

La transformación digital supone una nueva cultura empresarial y exige esfuerzos de innovación continua. Las empresas deben adaptar sus formas organizacionales y capacidades para mantenerse viables y relevantes (Alvarez y Toledo, 2022). No obstante, la adopción de estas nuevas tecnologías no se hace en una única vez, sino de manera gradual o en fases (Ruiz et al., 2018). Las estrategias relacionadas con la incorporación de nuevas tecnologías se ven influenciadas por una variedad de factores (área de implementación, cultura digital de la empresa, liderazgo, adaptabilidad, etc.), en los cuales, determinados niveles de adopción se revelan como ventajosos desde una perspectiva competitiva, mientras que otros pueden ser contraproducentes (Motta et al., 2019).



Es decir, a nivel de la firma, el proceso de adopción tecnológica difícilmente logre ser “llave en mano”; exige esfuerzos de reorganización, coordinación financieros y adaptación, con impacto directo en la gestión de la producción, de los recursos humanos y del negocio, y puede requerir desde nuevos canales de comunicación con proveedores y clientes hasta reestructuraciones de la división de tareas laborales (Basco et al., 2018). Muchas veces, este proceso se encuentra obstaculizado por diversas barreras cuya superación exige de una estrategia bien planificada y de un compromiso continuo de adaptación y aprendizaje que involucre a todos los miembros de la organización.

Teniendo en cuenta la velocidad del avance tecnológico y la amplia oferta tecnológica disponible, suele ser difícil para las firmas, especialmente para las de menor tamaño, identificar y jerarquizar las más convenientes para sus objetivos productivos o comerciales, como así también anticipar su impacto efectivo (Basco et al., 2018). Motta et al. (2019) señalan que la adopción de tecnologías avanzadas no debe ser un objetivo en sí mismo, sino que por el contrario, las empresas deben evaluar los riesgos, costos y beneficios que supone la incorporación de estas tecnologías.

Asimismo, la pandemia de Covid-19 demostró el carácter estratégico del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los sectores productivos, laborales, educativos y sanitarios. De acuerdo con datos de la Encuesta sobre Adopción Tecnológica, Empleo y Comercio Internacional (EATEC 2020)<sup>10</sup> realizada en las cinco principales economías de América Latina por el Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (INTAL) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), las empresas que habían comenzado su transformación digital antes de la pandemia se adaptaron mejor y mantuvieron su operatividad durante el confinamiento y la crisis. Estas empresas experimentaron una mayor resiliencia, implementaron nuevas modalidades de trabajo y registraron menores caídas en sus ventas, beneficios y niveles de empleo (Cathles et al., 2022). La misma encuesta realizada con posterioridad a la pandemia en 2023 mostró que el proceso de adopción de tecnologías 4.0 se ha ido profundizando progresivamente; la computación en la nube, las plataformas digitales y los servicios móviles, son utilizados por casi 8 de cada 10 empresas consultadas.

10 La EATEC realizada en 2020, relevó información de 500 empresas distribuidas en partes iguales entre los 5 países de interés: Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. Se orientó a los sectores de actividad con mayor potencial exportador de cada país.



La adopción de las tecnologías 4.0 está ocurriendo a distintas velocidades, evidenciando heterogeneidades, tanto entre países como hacia el interior de estos, con diferencias notables entre sectores de actividad económica y entre empresas de distintos tamaños (Basco y Lavena, 2021). Mientras que los países de mayores ingresos avanzan en el desarrollo e implementación de tecnologías 4.0, se amplía la brecha tecnológica con las naciones más pobres, cuyas empresas enfrentan dificultades para cumplir con las demandas del mercado internacional. A pesar de la importancia creciente de la economía digital en América Latina y el Caribe (ALC), el uso de tecnologías digitales por parte de las empresas de la región sigue siendo significativamente menor al uso en las economías desarrolladas (Cathles et al., 2022). Además, las compañías grandes y las proveedoras de servicios se muestran más avanzadas en sus procesos de digitalización en comparación con las pymes y las empresas productoras de bienes (Garnero et al., 2023).

Paraguay no ha estado ajeno a esta realidad. Un estudio realizado por el BID basado en el análisis de casos de micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) paraguayas en 2022, muestra que, si bien el aislamiento obligatorio dejó a muchas mipymes al borde de la insolvencia, representó una oportunidad para acelerar la adopción del comercio electrónico y de TICs, cambios que las firmas perciben como permanentes (Urquidi et al., 2023). Asimismo, un estudio elaborado por la Universidad Nacional de Asunción (UNA) muestra que entre 2019 y 2021, casi 80% de las mipymes paraguayas introdujeron cambios o mejoras en los procesos de producción, 73% comercializaron un nuevo producto o servicio y 60% adquirieron nuevos bienes de capital (Sánchez Báez et al., 2021). Estos cambios también alcanzaron la gestión de las mipymes; entre 72% y 77% de las firmas realizaron cambios en el área de compras, de comercialización y en la dirección y gestión del negocio.<sup>11</sup> La incidencia de estas actividades ha sido mayor en las empresas medianas en comparación a las micro y pequeñas (mipe), y mientras que aquellas dedicadas a la actividad industrial realizaron innovaciones en productos y servicios y en gestión en mayor proporción que las dedicadas a servicios, en tanto en el caso de innovaciones en procesos fue al revés. Por su parte, según la Encuesta Nacional de Innovación Empresarial 2021, en 2020 las empresas invirtieron en Investigación y Desarrollo (I+D) 17% más con respecto al año anterior debido a la situación derivada de la pandemia. Sin embargo, si bien 67% de las empresas encuestadas invirtieron en innovación distinta a I+D, el monto invertido

<sup>11</sup> El estudio se realizó con base en encuestas a 360 empresas paraguayas sobre el impacto económico de la crisis provocada por el Covid-19.



en 2020 disminuyó 1% con relación a 2019. Del total invertido en innovación distinta a I+D en el período 2018-2020, 73,5% fue realizado por empresas manufactureras y el resto por empresas de servicios. Al considerar el tamaño de las firmas, son las grandes, seguidas de las medianas, las que han innovado más, tanto en términos de productos como de procesos (89 % de las firmas grandes innovaron, 87% de las medianas y 76% de las mipes).

En este escenario, es crucial explorar las características que está adquiriendo el proceso de digitalización en el sector productivo de Paraguay, particularmente en la industria, dada la importancia que adquiere para el dinamismo de la economía del país, como reseña el Cuadro 1. Cuantificar el nivel de uso de tecnologías 4.0 en la industria e identificar las barreras que obstaculizan su adopción, permite diseñar y orientar las acciones y herramientas de política de manera más efectiva, a fin de que el país pueda aprovechar las oportunidades que presenta la Cuarta Revolución Industrial para aumentar la productividad de la economía. En efecto, un estudio realizado por el BID identifica la limitada innovación e incorporación de tecnología como una de las principales barreras al aumento de la productividad de las empresas en Paraguay (Feal Zubimendi, 2023).

**Cuadro 1****La industria en Paraguay**

El sector industrial paraguayo representa 25% del PIB (19% corresponde al sector manufacturero y 6% a construcción), participación que se ha mantenido relativamente estable en las últimas dos décadas. El sector industrial ha tenido un crecimiento anual promedio de 3,3% en este período y ha contribuido con un cuarto del crecimiento del PIB total. Casi la mitad de la actividad manufacturera se concentra en la producción de carne, productos químicos, elaboración de aceites y producción de bebidas y tabaco, que representan 16,4%, 14,8%, 8%, y 6,9% del PIB derivado de las manufacturas, respectivamente.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), del total de empresas activas registradas en el país, aquellas que se dedican a la actividad industrial representan 15% (41.474 empresas) y emplean a aproximadamente 18% de la población ocupada. Más de la mitad de las empresas se encuentran en Asunción, la capital del país, y su área metropolitana, y el 12% en el Departamento de Alto Paraná, en el área de la Triple Frontera con Argentina y Brasil.

La mitad de las exportaciones paraguayas corresponden a manufacturas, participación que se ha duplicado en las últimas dos décadas, dando cuenta del dinamismo del sector. De estas, un cuarto son manufacturas de origen industrial y tres cuartos son manufacturas de origen agropecuario. Por su parte, 8,6% de las exportaciones totales se realizan bajo el régimen de maquilas,<sup>12</sup> que representa casi 70% de las exportaciones de manufacturas industriales. Los principales productos exportados son las autopartes y los textiles, y la mitad de las exportaciones bajo este régimen se dirigen a Brasil.

*Fuente:* Banco Central del Paraguay (BCP), INE y Ministerio de Industria y Comercio (MIC).

Este estudio es el cuarto de una serie que desde el año 2018 viene realizando el BID para comprender el avance de las tecnologías digitales en los entramados industriales de Argentina, Brasil y Uruguay. En esta oportunidad, con el apoyo de la Unión Industrial Paraguaya (UIP), se realizó por primera vez una encuesta sobre la adopción de tecnologías 4.0 y la brecha entre la demanda y oferta laboral de habilidades en la industria de Paraguay. A lo largo de este documento, se presentan las principales tendencias y resultados

<sup>12</sup> Entre los principales incentivos fiscales del régimen de maquilas se encuentran el pago de un tributo único de 1% sobre el valor agregado, la recuperación del IVA y la suspensión de aranceles a la importación.



a partir de las respuestas de 152 empresas que participaron del relevamiento de datos realizado entre mayo y septiembre de 2023.

El informe se organiza en cuatro secciones además de esta introducción. En la segunda sección se abordan los aspectos metodológicos de la encuesta y de la caracterización de las empresas en clústeres según su grado de avance en la travesía 4.0. En la tercera, se presentan los resultados de la encuesta, lo que permite caracterizar a la industria paraguaya en lo relativo a la adopción de tecnologías digitales, las habilidades demandadas a los trabajadores y las barreras que obstaculizan la adopción tecnológica, y las acciones que están emprendiendo las firmas para avanzar hacia la industria 4.0. Además, se describen las características de las empresas agrupadas en clústeres, empleando tres taxonomías (trekkers, alpinistas y cóndores) que sintetizan el posicionamiento relativo de cada empresa en su travesía hacia la Industria 4.0. En la última sección se abordan los principales desafíos que enfrenta la industria paraguaya para avanzar hacia el paradigma 4.0. y se ofrecen algunas recomendaciones de política para profundizar el proceso de adopción tecnológica en el país.



## 2. METODOLOGÍA

En esta sección se presenta la metodología empleada para el relevamiento de datos con base en encuestas realizadas entre la UIP y el BID.

### 2.1. Estructura de la encuesta

En sintonía con tres estudios previos que relevan la situación de las firmas industriales en Brasil (2017),<sup>13</sup> Argentina (2018),<sup>14</sup> y Uruguay (2019),<sup>15</sup> la presente encuesta se organiza en tres bloques:

1. uso de tecnologías digitales
2. demanda de habilidades
3. características de la unidad productiva relevada

Puede consultarse el formulario de la encuesta en el Anexo 1.

El primer bloque está orientado a caracterizar dos grupos de variables: el uso de las tecnologías 4.0 (en el presente y el esperado para los próximos 10 años) y las acciones que están realizando las empresas para avanzar hacia niveles más complejos de digitalización (uso de tecnologías más avanzadas). Estas dimensiones son evaluadas en las siguientes 5 áreas funcionales de la empresa:

---

13 “Relatório Síntese da Pesquisa de Campo. Análise agregada dos resultados”, CNI 2017. Estudio realizado en el marco del Proyecto Industria 2027: Riesgos y oportunidades para Brasil frente a innovaciones disruptivas, una iniciativa de la Confederación Nacional de la Industria (CNI). El estudio fue realizado por el Instituto Euvaldo Lodi (IEL) con la ejecución técnica de los Institutos de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro Janeiro (UFRJ) y la Universidad Estadual de Campinas (Unicamp). El relevamiento fue realizado en 2017, con un total de 813 empresas industriales relevadas.

14 “Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina”, Albreiu et al. (2018). La encuesta se realizó en el año 2018 y abarcó a 307 empresas industriales del país. Fue realizada de forma colaborativa entre el INTAL- BID, CIPPEC y UIA.

15 “Travesía 4.0: Hacia la adopción tecnológica uruguaya”. Barafani et al. (2020). Encuesta fue realizada por el BID INTAL a 166 empresas industriales entre finales del año 2018 y principios del 2019.



1. relación con proveedores
2. relación con clientes
3. desarrollo de producto
4. gestión de procesos productivos
5. gestión de los negocios

Además, al igual que en los estudios previos, para evaluar el avance de la firma en el proceso de digitalización, se emplean cuatro categorías que reflejan el grado de integración, conexión y complejidad del conjunto de tecnologías utilizado por las firmas:

- **Tecnologías de Generación 1 (G1) - producción rígida:** automatización rígida y aislada con el uso de TICs en contabilidad, en el proyecto o en la producción.
- **Tecnologías de Generación 2 (G2) - producción flexible:** automatización flexible o semiflexible con el uso de TICs, sin integración o sólo con integración parcial entre las áreas de la empresa (por ejemplo, CAD-CAM, que integra el proyecto y la producción).
- **Tecnologías de Generación 3 (G3) - producción integrada:** uso de TICs y automatización con integración y conexión en todas las actividades y áreas de la empresa.
- **Tecnologías de Generación 4 (G4) - producción conectada e inteligente:** uso de TICs de forma integrada, conectada e “inteligente”, y presencia de retroalimentación de información sobre la operación para apoyar la toma de decisiones.

Las tecnologías de primera y segunda generación (G1 y G2) son las más atrasadas, mientras que las tecnologías de tercera y cuarta generación (G3 y G4) son las más avanzadas. En la Tabla 1 se listan los distintos tipos de tecnologías que conforman las cuatro generaciones tecnológicas para cada área funcional.



Tabla 1

**Caracterización de las tecnologías por área funcional**

	Relación con proveedores	Desarrollo de producto	Gestión de procesos productivos	Relación con clientes	Gestión de los negocios
G1	Transmisión de pedidos mediante el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares	Sistema de proyecto auxiliado por computadora/ uso de Sistema CAD independiente/ aislado y similares. Software para la generación de dibujos 2D y modelos 3D utilizados de forma aislada.	Automatización simple (rígida) con máquinas no conectadas: Uso de máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC). Las máquinas operan aisladamente. Automatización simple y rígida.	Ejecución de registros y contratos mediante el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares.	Sistemas de información independientes específicos por departamento / área de la empresa, sin integración: uso de software independiente y sin integración. Sistemas de información independientes específicos por departamento/área de la empresa, sin integración.
G2	Transmisión de pedidos por medio electrónico, uso de sistemas de intercambio electrónico de datos (EDI por sus siglas en inglés) y similares.	Sistema integrado de diseño, fabricación y cálculo de ingeniería con ayuda de software. Uso integrado de CAD-CAM (Computer-Aided Manufacturing), CAE (Computer-Aided Engineering), CAPP (Computer-Aided Process Planning) y similares. Modelos 3D del CAD utilizados en la generación de programas de fabricación en el CAM y de cálculos de ingeniería en el CAE. Planificación del proceso de fabricación con ayuda de software.	Procedimiento parcial o totalmente automatizado: uso de controlador rígido programable (o PLC por sus siglas en inglés), Robots, drones y similares. Proceso automatizado o parcialmente automatizado controlado por PLC.	Automatización de las ventas: uso de CRM (Customer Relationship Management) y similares. Bases de datos de clientes; registro de contactos y acciones; soporte para los procesos de ventas.	Sistemas compuestos por módulos y base de datos integrados: uso de ERP (Enterprise Resource Planning) y similares. Sistemas integrados de gestión empresarial compuestos por módulos y base de datos integrados.



	Relación con proveedores	Desarrollo de producto	Gestión de procesos productivos	Relación con clientes	Gestión de los negocios
G3	Soporte informático de los procesos de compras, stock y pagos: uso de portales de compras y relaciones, catálogos electrónicos, Enterprise Resource Planning (ERP) para integrar la gestión de proveedores y similares.	Sistemas integrados de gestión de datos del producto: Uso de PDM (Product Data Management) o PLM (Product Lifecycle Management), Prototipado rápido y similares. La información y los documentos creados a lo largo del desarrollo del producto se gestionan de forma central e integrada con control de acceso, cambios y versiones.	Sistemas integrados de ejecución de procesos: AGV (Vehículos de guiado automático); Identificación unitaria de productos (RFID, código QR, etc.); Control de los procesos en medios totalmente electrónicos (“sin papel”); Dispositivos móviles en el control de los procesos y similares. Gestión de los procesos con seguimiento de las órdenes y de las actividades ejecutadas, así como del flujo de materiales utilizados.	Sistema integrado para múltiples canales y soporte basado en internet: uso de CRM integrado para múltiples canales; soporte para las ventas con dispositivos móviles; integración con redes sociales; soporte para análisis de datos (data analytics y similares).	Plataforma web con bases de datos para apoyar análisis de negocio: uso de ERPs avanzados, depósito de datos, <sup>16</sup> inteligencia empresarial <sup>17</sup> y similares. Sistemas de gestión empresarial en plataforma web; base de datos para apoyar análisis de negocio.

16 Un depósito de datos (Data Warehouse) es una plataforma utilizada para recolectar y analizar datos provenientes de múltiples fuentes heterogéneas. Ocupa un lugar central dentro de un sistema de Inteligencia Empresarial (Business Intelligence). Esta plataforma reúne diversas tecnologías y componentes que permiten explotar los datos.

17 Inteligencia Empresarial (Business Intelligence) es un tipo de software que se alimenta de datos de negocios y presenta reportes, paneles, tablas y gráficos de forma amigable para el usuario.



	Relación con proveedores	Desarrollo de producto	Gestión de procesos productivos	Relación con clientes	Gestión de los negocios
G4	Seguimiento en tiempo real de pedidos y de logística de proveedores: uso de servicios web.	Sistemas virtuales de desarrollo Uso de Realidad Virtual, simulación virtual de la fabricación y montaje y similares. Producto creado y evaluado virtualmente en sus más variados aspectos, incluyendo estudio ergonómico en la utilización y en la fabricación, simulación virtual de la fábrica y del montaje.	Comunicación M2M (de máquina a máquina) u otros sistemas inteligentes: uso de modelos virtuales para los procesos (gemelos digitales); Sensores con recopilación de datos y ajustes en tiempo real; Comunicación M2M; Robots colaborativos; GPS interior (IPS); Realidad aumentada; Posibilidad de intercambio de información entre máquinas y componentes; gestión dinámica del sistema de producción en tiempo real.	Monitoreo y gestión del ciclo de vida de los clientes: utilización de dispositivos conectados para el monitoreo y recolección de datos de utilización de productos y servicios a lo largo del ciclo de vida; definición de acciones basadas en el uso del producto; uso de sensores para la recolección de datos de productos/servicios; productos/servicios conectados en Internet; análisis y oferta de servicios basados en el uso (por ejemplo, monitoreo del producto en uso para determinar el mantenimiento requerido); Inteligencia Artificial en la atención (por ejemplo, respuesta automática) y similares.	Procesos de negocio automatizados con apoyo de Inteligencia Artificial: uso de Big Data Analytics e Inteligencia Artificial aplicada a los procesos. Recolección, almacenamiento y análisis de gran cantidad de datos. Toma de decisiones considerando el análisis integrado de múltiples fuentes de datos.

Fuente: elaboración propia con base en Albrieu et al., (2018).

El segundo bloque se centra en la demanda de habilidades. Las preguntas que lo integran buscan relevar cómo el estadio de digitalización en que se encuentra la firma y las acciones que está realizando para avanzar en el proceso de transformación digital traccionan sobre los requerimientos de competencias y habilidades de los trabajadores. Para ello, agrupa las habilidades en grandes grupos de categorías, como, por ejemplo, las habilidades blandas (capacidad para trabajar en equipo, flexibilidad, buena comunicación, autoorganización, etc.), las habilidades asociadas a la interacción personas-computadoras (habilidades



digitales básicas, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías de baja o mediana complejidad), las habilidades CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y las habilidades en tareas repetitivas o manuales (operaciones de planta, ensamblaje, contabilidad, etc.). También releva lo relativo a habilidades específicas necesarias para operar ciertas tecnologías puntuales en los dos últimos años y las esperadas en un futuro cercano.

El tercer bloque aporta información complementaria que permite caracterizar a las firmas en relación a su tamaño (según la cantidad de empleados), las dinámicas de innovación, incluyendo los esfuerzos de investigación y el desarrollo de nuevos productos y servicios (I+D+i), la condición exportadora y la vinculación con proveedores locales de software. Esta información resulta valiosa para segmentar las respuestas de los dos primeros bloques y para complementar el mapa de acciones que están realizando las firmas paraguayas para avanzar en el camino hacia la industria 4.0.

## 2.2. Sectores seleccionados

Los sectores industriales considerados en este estudio fueron seleccionados por su representatividad y relevancia para la economía del país a partir de los datos del Censo Económico Nacional (CEN) 2011. Estos representan conjuntamente el 74% del PIB industrial, el 94% del empleo industrial y el 93 % de las unidades productivas industriales de Paraguay. En el Anexo 2 se detallan las estimaciones que permitieron arribar a estos cálculos. Los sectores industriales son los siguientes y las actividades incluidas en cada uno se encuentran listadas en la Tabla 11 del Anexo 2:

- alimentos y bebidas
- textil
- curtido y adobo de cueros
- madera y corcho
- fabricación de papel y de productos de papel<sup>18</sup>
- química y farmacéutica

<sup>18</sup> El CEN 2011 no reporta datos para este sector, pero dada su relevancia para la economía se incluyó tomando datos del MIC para estimar su participación.



- siderurgia y metalúrgica
- metalmecánica
- otras manufacturas industriales
- construcción

### 2.3. Diseño muestral

La población objetivo son las empresas que operan en el territorio paraguayo en los sectores industriales señalados en el punto anterior. Para la construcción del marco muestral se utilizaron bases de datos de empresas provistas por la UIP y el Ministerio de Industria y Comercio (MIC). La unidad de respuesta es personas con cargo gerencial o el dueño mayoritario,<sup>19</sup> mientras que la unidad de observación es cada una de las empresas que constituyen la muestra. El trabajo de campo fue realizado entre mayo y septiembre de 2023, con un método de recolección de datos *online* y de seguimiento telefónico. Se lograron un total de 167 respuestas de las cuales, por diversos motivos, 15 fueron desestimadas.

La técnica utilizada para la selección de la muestra es el muestreo aleatorio estratificado bietápico. En una primera fase se utiliza el muestreo dirigido, por cuotas, con selección de un conjunto de unidades de observación, bajo el supuesto de que son representativas de la evolución de las variables medidas. En una segunda etapa se utiliza un muestreo probabilístico aleatorio estratificado, con el objetivo de seleccionar las unidades muestrales que aseguren un nivel de confianza del 95% con error real +/- 6,39.

Para la clasificación de las empresas según el tamaño, se utilizó el criterio de la Ley N.º 4.457/12, cuyos valores de ingresos fueron actualizados luego por el Decreto N.º 3698/2020:

- **micro y pequeñas empresas:** hasta 30 personas ocupadas/ingresos anuales menores a G. 3.230 millones.<sup>20</sup>
- **medianas:** hasta 50 personas ocupadas/ingresos anuales menores a G. 7.752 millones.
- **grandes:** más de 50 personas ocupadas/ingresos anuales mayores a G. 7.752 millones.

19 Se sugirió a las empresas que, en caso de tener un gerente o responsable del sector de TIC, fuera esa persona quién respondiera la encuesta.

20 Se agruparon las categorías de micro y pequeñas empresas.



La muestra original quedó conformada por 152 empresas distribuidas por sector y tamaño como se muestra en la Tabla 2. Siguiendo la estrategia metodológica utilizada en Barafani et al. (2020) para garantizar la representatividad de los resultados con base en la participación sectorial y por tamaño, la muestra fue ponderada de acuerdo al peso real de cada observación en el universo (cantidad de empresas por sector y tamaño según la cantidad de trabajadores ocupados) acorde a los datos del CEN 2011, como se describe en el Anexo 3.

Tabla 2

**Composición de la muestra original por cantidad de firmas por sector y tamaño**

Sector	Total	Micro y pequeñas	Medianas	Grandes
Alimentos y bebidas	51	22	14	15
Construcción	14	6	2	6
Cueros y calzados	5	2	2	1
Fabricación papel y productos papel	7	3	1	3
Madera y muebles	10	2	4	4
Metalmecánica	13	5	2	6
Otras ind. manufactureras	3	2	-	1
Química y farmacéutica	30	11	6	13
Siderurgia y metalúrgica	10	3	1	6
Textil	9	4	2	3
<b>Total</b>	<b>152</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>58</b>

Fuente: elaboración propia.

Además, se segmentó a las firmas de acuerdo con su condición exportadora.<sup>21</sup> Poco más de la mitad de las firmas son exportadoras y, es de notar que, en el caso de las firmas de tamaño medio, el porcentaje de exportadoras es mayor que las pequeñas y grandes (Tabla 3). Los resultados por condición exportadora también fueron ponderados con base en los ponderadores presentados en el Anexo 3.

21 Se considera que una empresa es exportadora si ha percibido ingresos por ventas al exterior en el 2022 (independientemente del volumen de los mismos) y se considera “no exportadora” si el 100% de sus ingresos de 2022 fueron logrados por ventas en el mercado interno.



Tabla 3

**Composición de la muestra original por cantidad de firmas exportadoras y tamaño**

	Exporta	No exporta	Total
Micro y pequeña	22	38	60
Mediana	26	8	34
Grande	34	24	58
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>70</b>	<b>152</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.4. Caracterización de los clústeres

La adopción de tecnologías de la industria 4.0 implica grandes esfuerzos de adaptación por parte de las firmas, y generalmente suele ser un proceso que se realiza de manera gradual y se extiende en el tiempo. Para caracterizar a las empresas según el estadio que están atravesando en la travesía hacia la transformación digital, se sigue la metodología empleada por Albrieu et al. (2018) para Argentina y replicada por Barafani et al. (2020) para Uruguay, que clasifica a las empresas de acuerdo a dos criterios:

- i. complejidad tecnológica que muestren en cada una de las 5 áreas funcionales estudiadas.
- ii. esfuerzos que están realizando para avanzar en su transformación digital.

Para ello, se calculan dos índices, explicados en detalle en el Anexo 4:

- i. índice de adopción tecnológica.
- ii. índice de dinamismo.

El primero expresa el valor promedio de las generaciones tecnológicas que utiliza la firma en cada una de las cinco áreas funcionales. El segundo, expresa las acciones que llevan adelante las empresas para cerrar la brecha tecnológica, entendiendo a esta última como la diferencia entre las generaciones tecnológicas que utilizan en la actualidad y la que esperan utilizar en los próximos 10 años.



Sobre la base de estos índices se agrupan las empresas en tres grandes grupos o clústeres que reflejan el posicionamiento de las firmas en la travesía hacia la transformación digital, entendida como una montaña que las firmas deben escalar:

- **clúster 1 “Trekkers”:** integrado por las empresas de mayor atraso tecnológico, que se encuentran en la “base de la montaña”. Agrupa a firmas que utilizan tecnologías de primera y segunda generación y no están tomando ninguna acción concreta para cerrar su brecha tecnológica.
- **clúster 2 “Alpinistas”:** compuesto por firmas que utilizan tecnologías de segunda y tercera generación, pero que están realizando acciones concretas para aproximarse a la frontera tecnológica en los próximos años. Se trata de empresas que se encuentran “tratando de escalar” hacia la cima tecnológica.
- **clúster 3 “Cóndores”:** integrado por empresas que utilizan tecnologías de tercera y cuarta generación. Son aquellas que se encuentran más avanzadas en el proceso de transformación digital, es decir, están “en la cima de la montaña”.



# 3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta y la caracterización de las mismas en base con su avance en la adopción de tecnología.

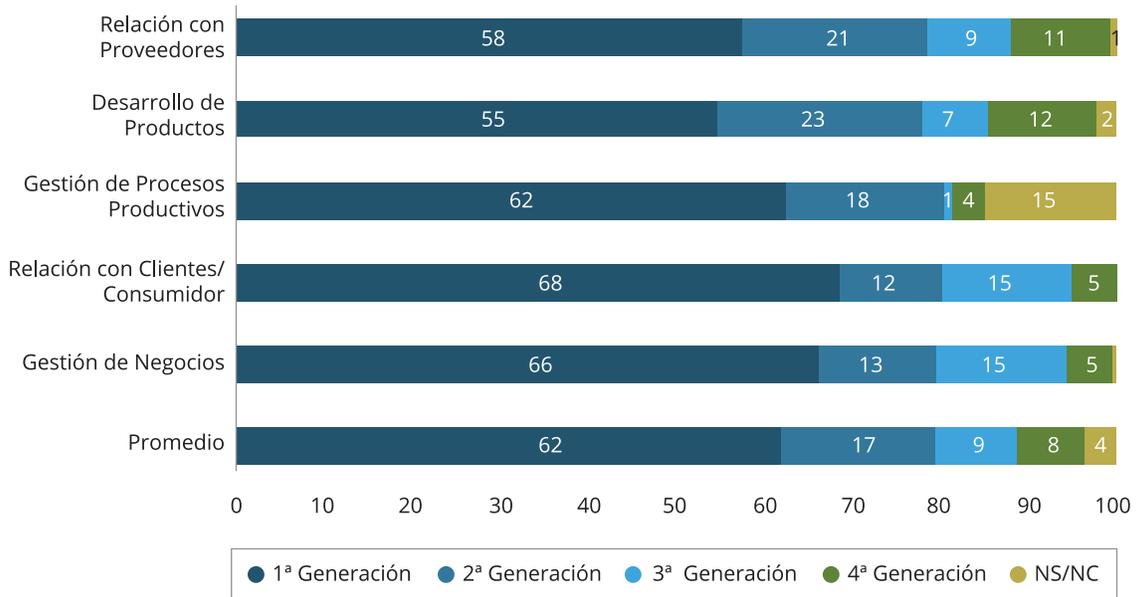
## 3.1. Adopción tecnológica en la industria de Paraguay

La adopción de tecnologías avanzadas en la industria paraguaya es baja. 8 de cada 10 empresas utilizan tecnologías de primera y segunda generación en las diferentes áreas funcionales de la organización, en tanto las tecnologías más avanzadas (tercera y cuarta generación) son adoptadas solamente por el 17% de las empresas. El mayor retraso se presenta en la relación con el cliente/consumidor, en la cual 7 de cada 10 firmas utilizan tecnología de primera generación. Por el contrario, el área funcional más digitalizada es la de relación con proveedores, en la cual 2 de cada 10 firmas utilizan tecnologías de tercera y cuarta generación, destacándose un 12% que utiliza tecnologías 4.0. De las respuestas también se percibe una falta de conocimiento sobre la utilización de tecnologías en la empresa, siendo el área de gestión de los procesos productivos en la cual el mayor porcentaje de respondientes (15%) no supo precisar qué tipo de tecnologías emplea su empresa (Gráfico 1).



Gráfico 1

**Adopción tecnológica por área funcional**  
(% de empresas)



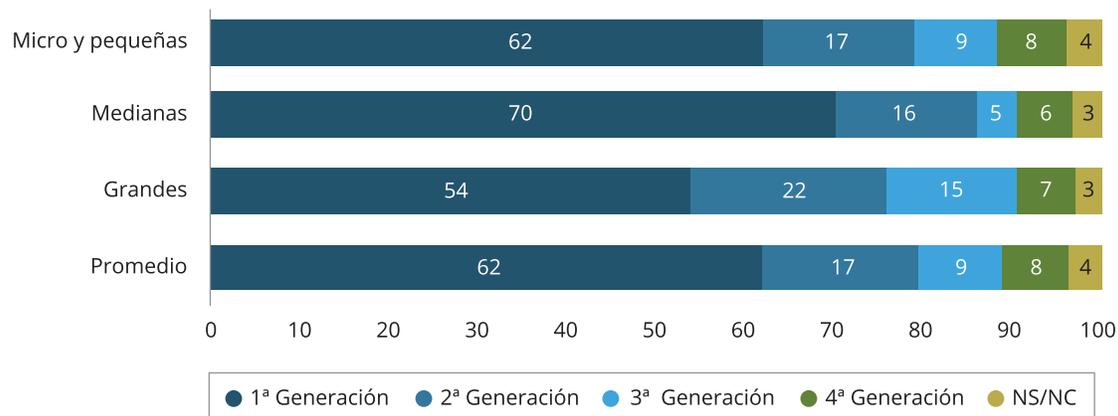
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.  
Nota: NS/NC corresponde a no sabe/no contesta.

Las empresas grandes son las más avanzadas, acorde a lo observado en otros países del Cono Sur. 21,5% de las empresas de mayor tamaño utiliza tecnologías de tercera y cuarta generación (Gráfico 2), siendo las áreas más tecnificadas la relación con proveedores (30%) y la gestión de los negocios (25%), mientras que los mayores rezagos se observan en la gestión de procesos productivos y la relación con clientes/consumidores, donde sólo el 14% y el 15% respectivamente utiliza tecnologías avanzadas (Tabla 4). Una particularidad que arrojan los datos para la industria paraguaya, es que las empresas medianas muestran un atraso relativo mayor que el promedio; 86% utiliza tecnologías 1.0 y 2.0, 7 p.p. por encima de las micro y pequeñas. Se destaca la relación con consumidores/clientes como el área funcional de mayor atraso (93% de las firmas utilizan tecnologías de primera y segunda generación). Entre las micro y pequeñas empresas, el 17% utiliza tecnologías avanzadas de tercera y cuarta generación. Sin embargo, los mayores atrasos tecnológicos se observan en la relación con proveedores y en la gestión de los procesos productivos, donde el 80% utiliza tecnologías de primera y segunda generación.



Gráfico 2

**Adopción tecnológica actual por tamaño**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Tabla 4

**Adopción tecnológica por área funcional y tamaño de la empresa**  
(% de empresas)

Tamaño	Micro y pequeñas		Medianas		Grandes	
	1ª y 2ª Generación	3ª y 4ª Generación	1ª y 2ª Generación	3ª y 4ª Generación	1ª y 2ª Generación	3ª y 4ª Generación
Relación con proveedores	80	19	72	26	70	30
Desarrollo de productos	78	20	89	9	68	25
Gestión de procesos productivos	80	4	88	2	79	14
Relación con clientes / consumidor	78	22	93	5	85	15
Gestión de negocios	79	21	86	12	78	22
<b>Promedio</b>	<b>79</b>	<b>17</b>	<b>86</b>	<b>11</b>	<b>76</b>	<b>21</b>

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

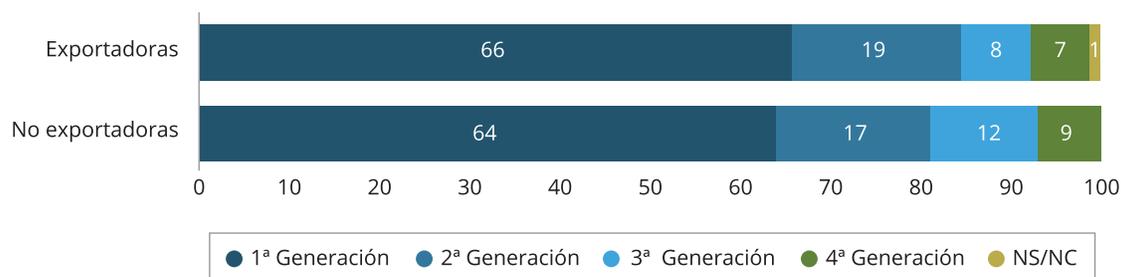
La condición exportadora de las empresas no parece ser un factor decisivo que traccione hacia la adopción de tecnologías más avanzadas. Sólo el 14% de las firmas exportadoras utiliza tecnologías avanzadas (de tercera y cuarta generación), mientras que entre las no



exportadoras, este ratio alcanza al 19 % de las firmas (Gráfico 3).<sup>22</sup> Al considerar la adopción de tecnologías más avanzadas por área funcional, se destaca que, solamente en lo que respecta al desarrollo de productos, las firmas exportadoras están más avanzadas que las no exportadoras (Tabla 5).

Gráfico 3

**Adopción tecnológica por condición exportadora**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Tabla 5

**Adopción tecnológica por área funcional y condición exportadora**  
(% de empresas)

Tamaño	Exportadoras		No exportadoras	
	1ª y 2ª Generación	3ª y 4ª Generación	1ª y 2ª Generación	3ª y 4ª Generación
Relación con proveedores	83	17	75	24
Desarrollo de productos	78	22	78	18
Gestión de procesos productivos	90	5	73	5
Relación con clientes/consumidor	88	12	75	25
Gestión de negocios	84	16	76	23
<b>Promedio</b>	<b>85</b>	<b>14</b>	<b>75</b>	<b>19</b>

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

22 Como este resultado es contraintuitivo al encontrado en otros estudios que muestran que las firmas exportadoras tienden a utilizar tecnologías más avanzadas que las no exportadoras, se realizó una nueva estimación ajustando la definición de “empresa exportadora”, considerando en este grupo a aquellas que en 2022 lograron al menos el 15% de sus ingresos a través de ventas al exterior. Frente a esta nueva restricción, se encontró que el porcentaje de empresas exportadoras se redujo de 51% a 29%; la utilización de tecnologías avanzadas (3.0 y 4.0) en este segmento aumentó de 16% a 18% (17% entre las no exportadoras), y la utilización de tecnologías poco avanzadas bajó de 84% a 82% entre las exportadoras (79% entre las no exportadoras). Es decir, la mayor exigencia en el parámetro reduce levemente la brecha en el uso de tecnologías 3.0 y 4.0 a favor de las exportadoras, pero no resulta evidente que la condición de “empresa exportadora” sea un factor decisivo en la transformación digital de las empresas de Paraguay.

**Cuadro 2****Uso de tecnologías avanzadas en las empresas del Mercosur**

Al comparar las respuestas de las empresas industriales de Paraguay respecto a las de sus socios del Mercosur, deben tenerse en cuenta dos aspectos fundamentales para la interpretación de sus resultados. El primero es que, aunque el cuestionario utilizado en los cuatro países es el mismo, la composición sectorial de la muestra varía atendiendo las particularidades de cada país. El segundo, es que los datos relevados en Brasil (2017), Argentina (2018) y Uruguay (2019) reflejan la situación de las firmas de dichos países antes de 2020, es decir, son previos a la gran aceleración tecnológica evidenciada a partir de la pandemia (Garnero et al., 2023).

Tal como puede observarse en el Gráfico 4, la industria brasileña es la que está más avanzada en términos de adopción de tecnologías 3.0 y 4.0 (22% de las firmas reportan usar estas tecnologías), seguidas por las de Paraguay (17%), Argentina (14%) y Uruguay (9%). Paraguay se destaca de sus socios del Mercosur en el porcentaje de empresas que utilizan tecnologías avanzadas en la gestión de los negocios (20%), superando por 10 p.p. a Argentina y Uruguay, y por 2 p.p. a Brasil. Sin embargo, las firmas brasileñas se muestran con mayor avance tecnológico en 4 de las 5 áreas funcionales relevadas, con excepción de la gestión de los negocios donde se destacan las firmas paraguayas con 20% de adopción promedio. Las brechas de la industria paraguaya respecto a la brasileña alcanzan 12 p.p. en la relación con proveedores, 10 p.p. en la gestión de los procesos productivos, 4 p.p. en la relación con los clientes/consumidores y 2 p.p. en el desarrollo de productos. En comparación con las industrias de Argentina y Uruguay, las firmas industriales paraguayas se muestran competitivas en la mayoría de las áreas funcionales, con excepción de la gestión de procesos productivos (6% de adopción de tecnologías 3.0 y 4.0).

En Uruguay, al igual que en Paraguay, los resultados desagregados según tamaño de empresa muestran a las empresas grandes en mejor posición tecnológica que el resto, y a las medianas como las rezagadas (Gráfico 5). Otra coincidencia entre ambos países es que no se observan diferencias significativas en la adopción tecnológica entre firmas exportadoras y no exportadoras.<sup>23</sup>

23 El estudio "Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina" no ofrece datos de adopción promedio por tamaño de empresa ni por condición exportadora (ni para Argentina ni para Brasil), por lo que no pueden incorporarse estos países en la comparación. Se verá más adelante que dicho estudio sí presenta datos por tamaño de empresa y condición exportadora al realizar el ejercicio de clusterización y clasificar a las empresas según su condición de Trekkers, Alpinistas y Cóndores.



**Gráfico 4**

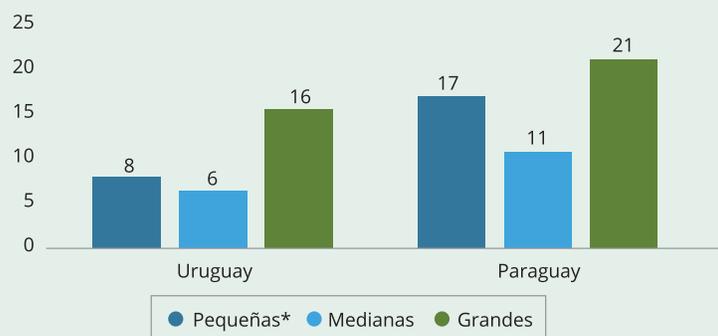
**Empresas que utilizan tecnologías de tercera y cuarta generación por país y área funcional**  
(% de empresas)



*Fuente:* elaboración propia con base en Encuesta CNI (Brasil, 2017); Encuesta INTAL- BID, CIPPEC y UIA (Argentina, 2018); Encuesta BID (Uruguay, 2019); y Encuesta BID UIP (Paraguay, 2023).

**Gráfico 5**

**Adopción de tecnologías de tercera y cuarta generación por tamaño de empresa en Uruguay y Paraguay**  
(% de empresas)



*Fuente:* elaboración propia con base en Encuesta BID (Uruguay, 2019); y Encuesta BID UIP (Paraguay, 2023).  
*Notas:* (\*) En Uruguay, las pequeñas empresas son aquellas con menos de 20 empleados (no se diferencian “micro” empresas). En Paraguay se sumaron las respuestas de las empresas de tamaño micro (hasta 10 empleados) y pequeños (hasta 30 empleados).



### 3.2. Barreras para la adopción tecnológica

Para indagar sobre las principales barreras que limitan la adopción de tecnología, se ofreció a las empresas un listado de diversos obstáculos y se les pidió que señalen el primero y el segundo más importantes. En Paraguay, 4 de cada 10 empresas identifican al factor humano como una barrera crítica. El 34% de las firmas señala a la falta de recursos humanos calificados para acompañar el proceso de transformación digital como el principal problema, y otro 7% menciona esta cuestión como el segundo factor de relevancia. (Gráfico 6).

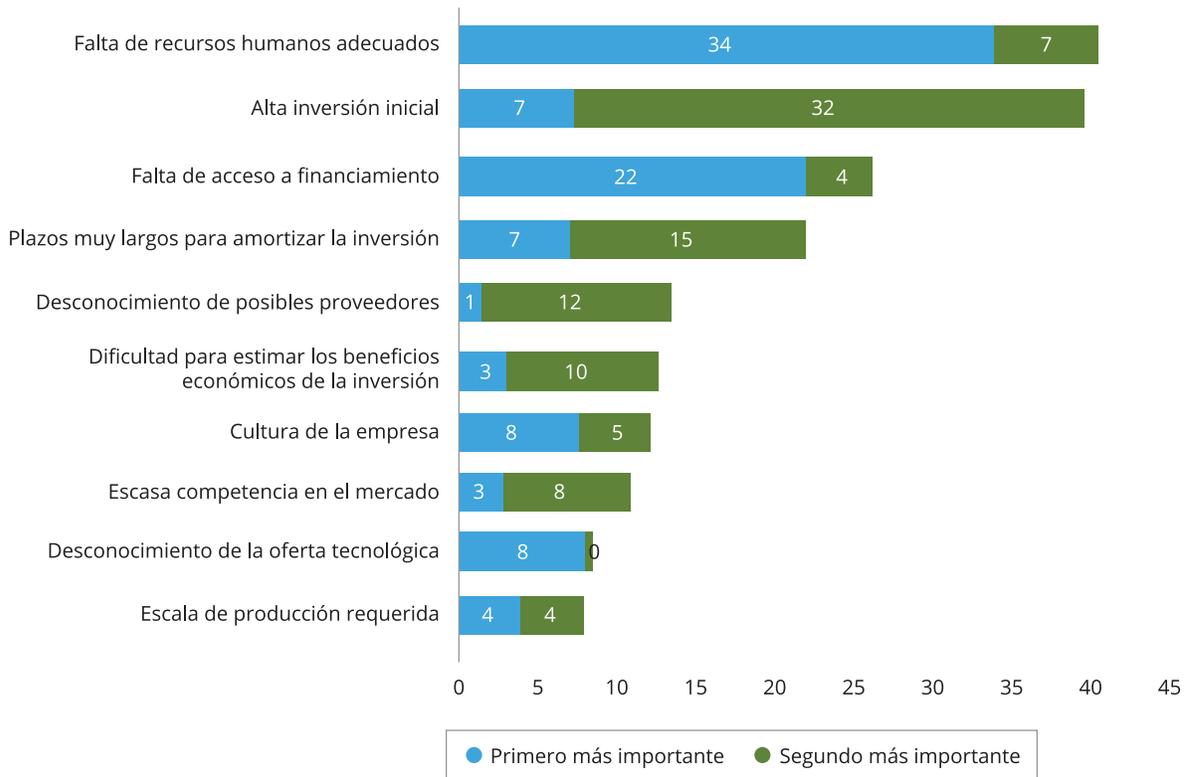
Los aspectos vinculados a la inversión (monto, financiamiento, plazos de amortización y beneficios) se configuran, en promedio, como barreras muy importantes para 3 de cada 10 firmas industriales del país. El 39% de los encuestados señala a la alta inversión inicial como un problema importante (7% como el principal y 32% como el segundo más importante) y el 26% identifica la falta de acceso al financiamiento (el 22% lo considera el principal problema y el 4% el segundo en importancia). En la misma sintonía, los plazos muy largos para amortizar la inversión son señalados por el 22% de las firmas (7% los identifica como el principal problema y 15% como el segundo). Estos datos se muestran en sintonía con los de la Encuesta Nacional de Innovación Empresarial de Paraguay (2021) según la cual, 83,6% de las empresas encuestadas financian sus actividades de I+D+i con recursos propios y sólo 39,3% acuden a la banca.

Finalmente, las dificultades para estimar los beneficios económicos de la inversión preocupan al 13% de las empresas (3% las considera el principal problema y el 10% el segundo). En menor medida, 1 de cada 10 empresas reconoce el desconocimiento de proveedores (13%) y la cultura de la empresa (12%) como otros obstáculos para sus procesos de digitalización.



Gráfico 6

**Principales barreras para la adopción de tecnologías digitales**  
(promedio general, en % de empresas)



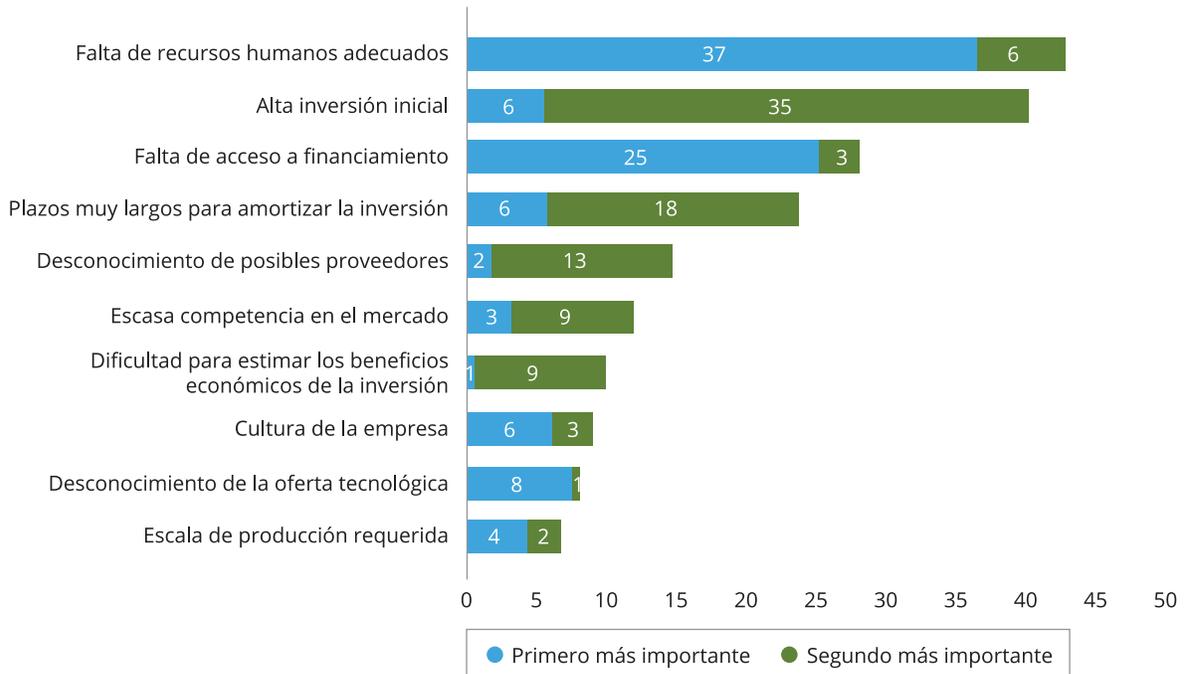
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

La falta de recursos humanos con habilidades para gestionar la producción y los negocios en el paradigma 4.0. gana importancia entre las empresas de menor tamaño; el 37% de las firmas micro y pequeñas identifican esta cuestión como el principal problema para la adopción tecnológica, mientras que otro 6% de las firmas lo señala como el segundo de mayor importancia. Es decir, el talento de las personas representa una barrera para el 43% de las micro y pequeñas empresas, 2 p.p. más que para el promedio de las firmas del país (Gráfico 7). Asimismo, para las empresas micro y pequeñas, el siguiente obstáculo más relevante está relacionado con las barreras a la inversión. El 41% señala los altos montos iniciales como obstáculos de importancia, el 28 % el acceso al financiamiento y el 24% los plazos muy largos para su amortización.



Gráfico 7

**Principales barreras para la adopción de tecnologías digitales en las empresas micro y pequeñas**  
(% de empresas)



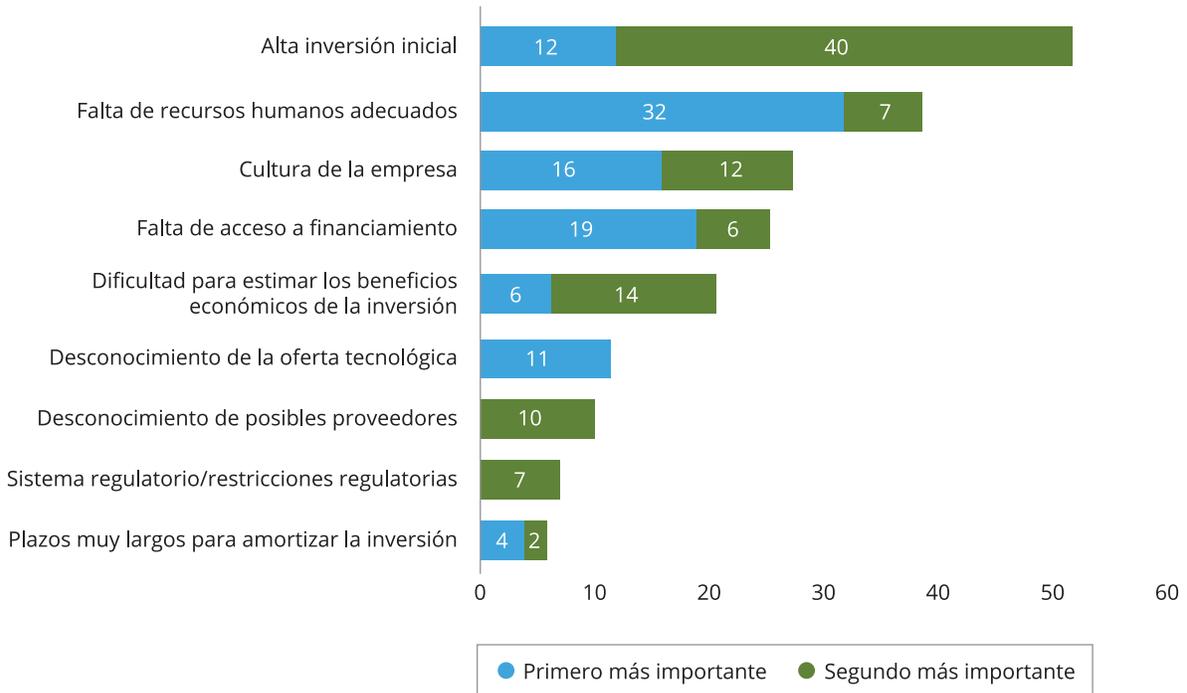
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

En el caso de las empresas medianas, la gran mayoría identifica a la alta inversión inicial como un obstáculo importante para la incorporación tecnológica (52% de las firmas) (Gráfico 8). Le sigue en importancia la falta de recursos humanos calificados con el 32% y representa el segundo obstáculo en importancia reconocido por el 39% de las empresas de tamaño intermedio. En tercer lugar, se reconoce a la cultura de la empresa (28%) y en cuarto lugar, el acceso al financiamiento (25%).



Gráfico 8

**Principales barreras para la adopción tecnológica en las empresas medianas**  
(% de empresas)



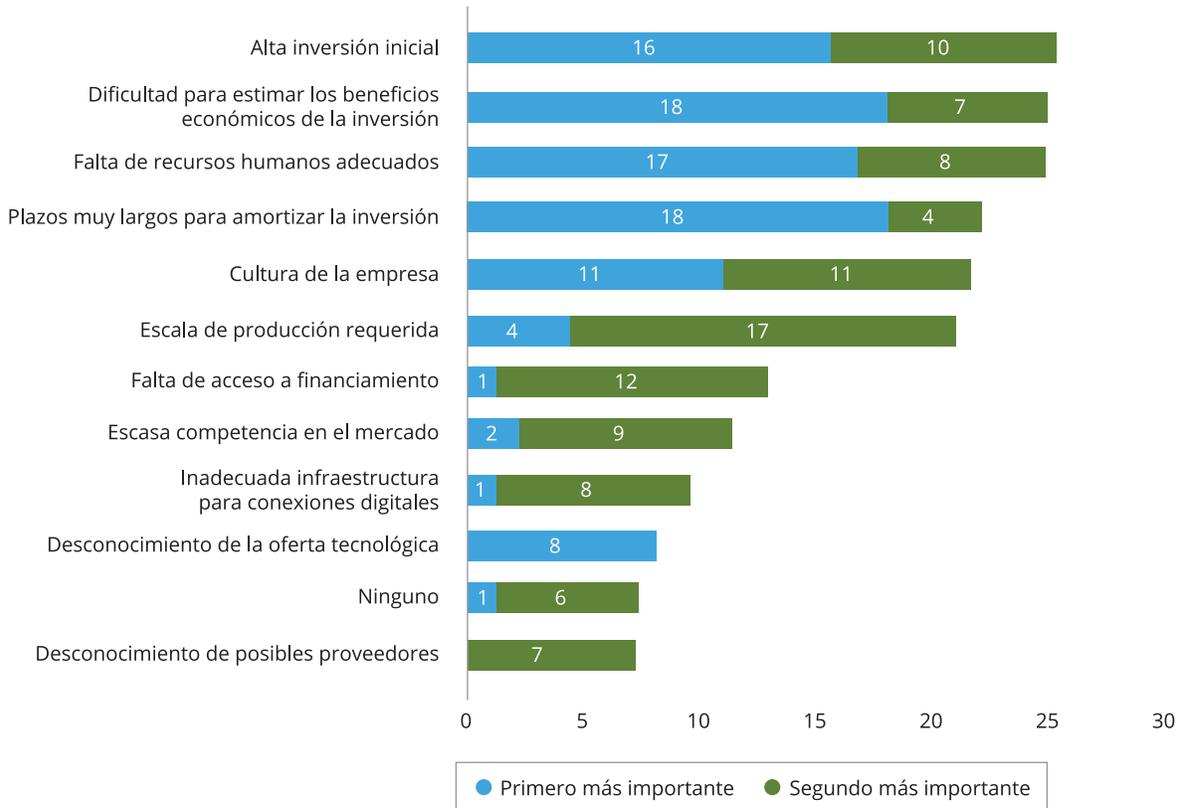
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Entre las empresas de mayor tamaño, a diferencia de las anteriores, emerge la dificultad para estimar los beneficios económicos de la inversión como uno de los principales obstáculos (25% de las firmas) (Gráfico 9). El mismo porcentaje identifica a la alta inversión inicial y la falta de recursos humanos calificados como otros aspectos de importancia que obstaculizan el proceso de transformación digital de la empresa. Asimismo, la cultura de la empresa, es señalado como un obstáculo por el 22% de las firmas grandes.



Gráfico 9

**Principales barreras para la adopción tecnológica en las empresas grandes**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

### 3.3. El futuro tecnológico y las acciones para cerrar la brecha tecnológica

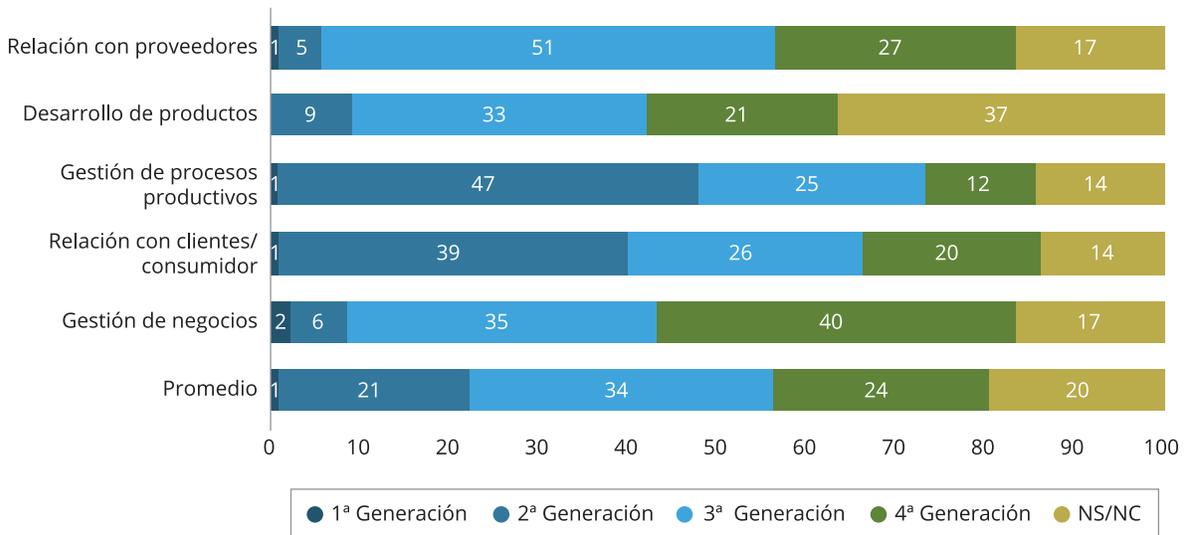
Consultadas sobre el uso de tecnologías en un futuro próximo (10 años), la mayoría de las empresas paraguayas se muestran convencidas de que avanzarán hacia una mayor complejidad tecnológica; en promedio, 6 de cada 10 avizora un futuro con predominancia de tecnologías de tercera y cuarta generación. Al igual que en la actualidad, la gestión de los negocios y la relación con los proveedores seguirán siendo las áreas funcionales más avanzadas tecnológicamente (8 de cada 10 firmas esperan utilizar tecnologías 3.0 y 4.0).



En particular, 4 de cada 10 firmas relevadas esperan utilizar tecnologías 4.0 para gestionar sus negocios en los próximos años, mientras que en la relación con proveedores, se espera predominen tecnologías de tercera generación (51% de las empresas) (Gráfico 10). En cambio, en la gestión de los procesos productivos y en la relación con clientes/consumidores, las expectativas se vuelcan principalmente al uso de tecnologías de segunda generación (47% y 39% de las firmas respectivamente). El desarrollo de productos representa el área con mayor incertidumbre; el 3% de las firmas no pudo/no supo responder.

**Gráfico 10**

**Expectativas sobre uso futuro tecnológico por área funcional**  
(% de empresas)



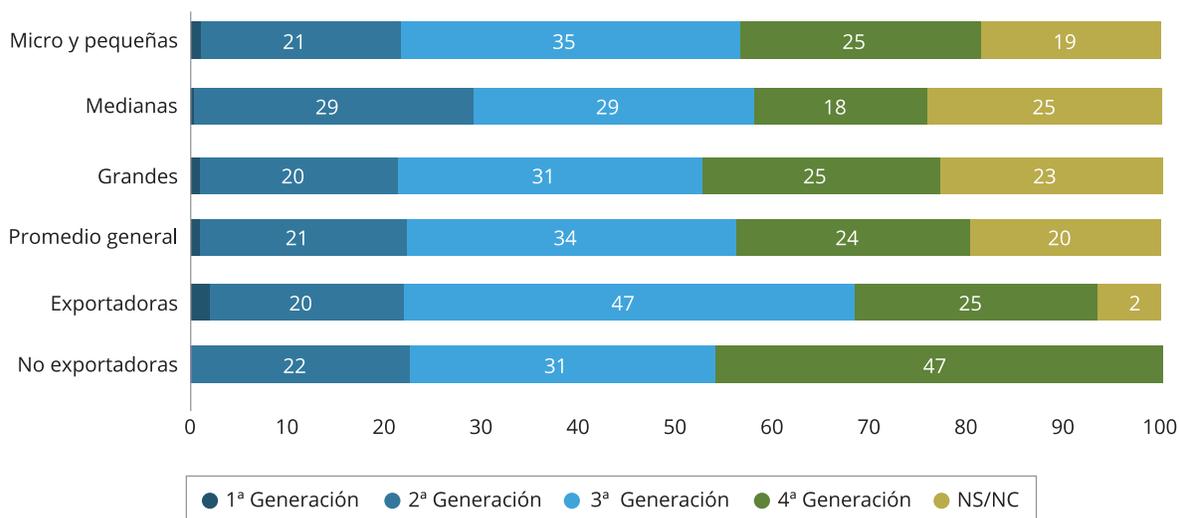
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

El segmento que se muestra más decidido a avanzar hacia el uso de tecnologías de cuarta generación es el de empresas exportadoras; el 47% espera utilizar tecnologías 4.0, superando a las no exportadoras en 22 p.p. (Gráfico 11). También se destacan las micro y pequeñas, donde el 60% anticipa que adoptará tecnologías 3.0 y 4.0, superando a las medianas y a las grandes en 13 p.p. y 4 p.p. respectivamente.



Gráfico 11

**Expectativas sobre el uso de tecnologías digitales en el futuro próximo según tamaño y condición exportadora**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Teniendo en cuenta estas expectativas y las barreras que dificultan la adopción tecnológica, resulta interesante analizar qué estrategias están llevando a cabo las empresas para cerrar la brecha entre la dotación tecnológica actual y la futura. A pesar del optimismo en la adopción de tecnología en el futuro, en la actualidad sólo 1 de cada 10 empresas está implementando acciones concretas para acelerar su proceso de transformación digital (Gráfico 12). Asimismo, 2 de cada 10 han definido proyectos o tienen planes formales que no han puesto en marcha, y 4 de cada 10 están realizando estudios iniciales para cerrar la brecha. Por el contrario, 2 de cada 10 no está realizando ninguna acción y 1 de cada 10 no supo/no pudo responder.

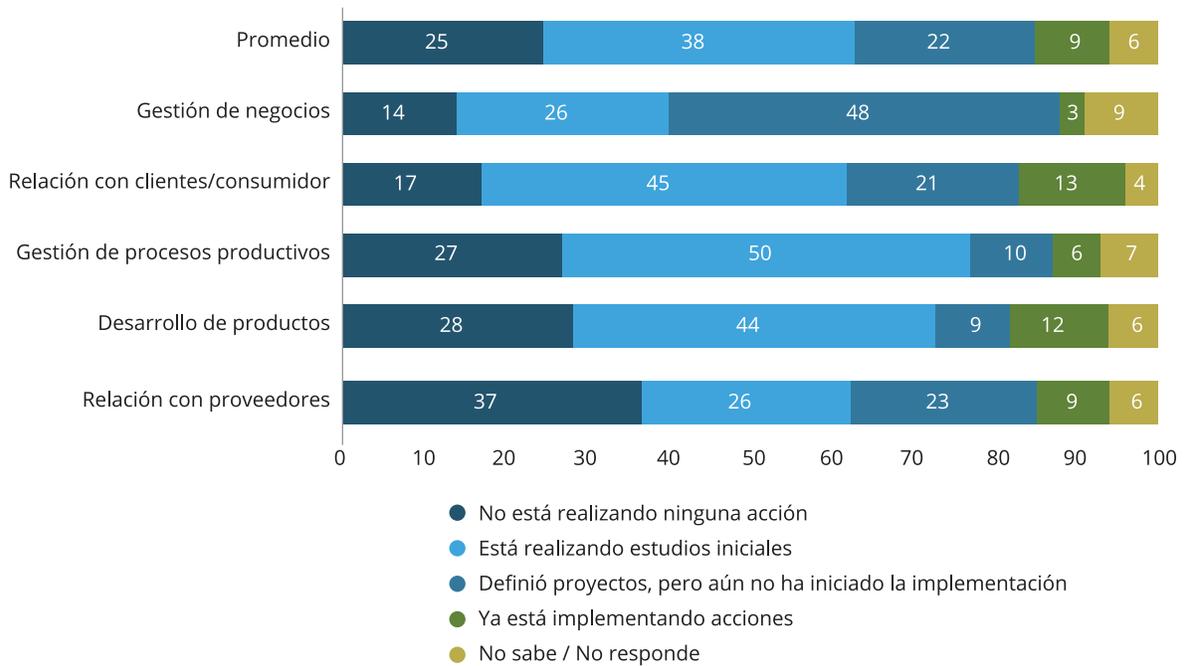
El área funcional en la que se observa la mayor proporción de empresas con proyectos en acción es la de relación con los clientes/consumidores (13%), que es el área con mayor utilización de tecnologías de primera generación, mientras que, en la gestión de los negocios, casi la mitad de las empresas dicen haber definido proyectos o planes de acción que aún no han puesto en marcha (48%) (Gráfico 12). Asimismo, la mayoría de las



empresas está realizando estudios iniciales para avanzar hacia tecnologías más complejas en la gestión de los procesos productivos (50 %). Contrariamente, en la relación con proveedores se observa el mayor porcentaje de firmas que no están realizando ninguna acción (37%) para cerrar la brecha entre las tecnologías actuales y las que esperan utilizar en el futuro.

**Gráfico 12**

**Acciones para avanzar hacia la transformación digital por área funcional**  
(% de empresas)



*Fuente:* elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Sin embargo, cuando se consulta a las empresas de manera general —y con independencia del área funcional— sobre un listado de potenciales acciones que podrían estar realizando para avanzar en el proceso de transformación digital, los resultados son más alentadores. Los datos del relevamiento confirman que 4 de cada 10 firmas están realizando inversiones en maquinarias y equipos; 3 de cada 10 está invirtiendo en capacitaciones internas de sus trabajadores o contratando empresas de servicios especializados en tecnologías digitales; 2 de cada 10 incorporando trabajadores con habilidades asociadas a



nuevas tecnologías; y 1 de cada 10, invirtiendo en I+D+i o capacitando a sus trabajadores a través de otras instituciones (Gráfico 13).

Gráfico 13

**Tipo de acciones en curso para avanzar en el proceso de transformación digital**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Cuadro 3

**Innovación en la industria paraguaya**

Las tecnologías digitales son catalizadoras de la innovación, permitiendo acelerar los procesos que la sustentan.<sup>24</sup> Por eso, las empresas que buscan mantenerse competitivas suelen recurrir a la adopción tecnológica como parte de su estrategia de innovación. En este contexto, se preguntó a las empresas si en los últimos tres años han implementado alguna mejora en sus procesos productivos o introdujeron al mercado nuevos bienes o servicios, o realizaron mejoras significativas en los mismos.

24 Por ejemplo, el análisis de *big data* puede proporcionar información valiosa sobre las necesidades y preferencias de los clientes, facilitando la creación de productos y servicios personalizados; la realidad aumentada puede ser utilizada para corregir problemas operacionales, y realizar y generar los ajustes necesarios; la impresión 3D puede servir para diseñar y validar moldes de piezas en la industria manufacturera, permitiendo mejorar productos existentes o desarrollar productos nuevos.

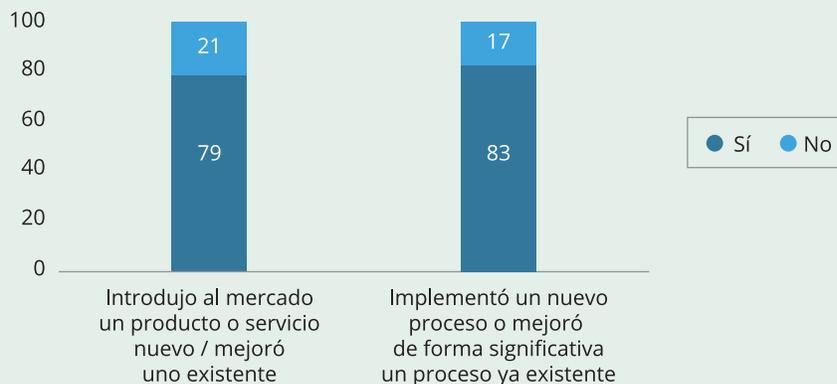


Tal como puede observarse en el Gráfico 14, 8 de cada 10 empresas realizaron innovaciones en productos o procesos en los últimos tres años; el 79% dice haber introducido al mercado un nuevo producto/servicio o haber mejorado de forma significativa alguno que ya ofrecían, y el 83% haber implementado nuevos procesos o mejorado los procesos existentes.

Estos resultados se encuentran en sintonía con los relevados en la Encuesta Nacional de Innovación Empresarial 2021 del CONACYT; durante el período 2018-2020, 67,4% de las empresas encuestadas declaran haber desarrollado al menos una actividad de innovación distinta a I+D (por ejemplo, adquisición de maquinaria y equipo, de *hardware*, de *software*, de tecnología intangible, *big data*, etc.), y 73,5% de estas pertenecen al sector industrial.

**Gráfico 14**

**Innovaciones en productos, servicios y procesos**  
(% de empresas)



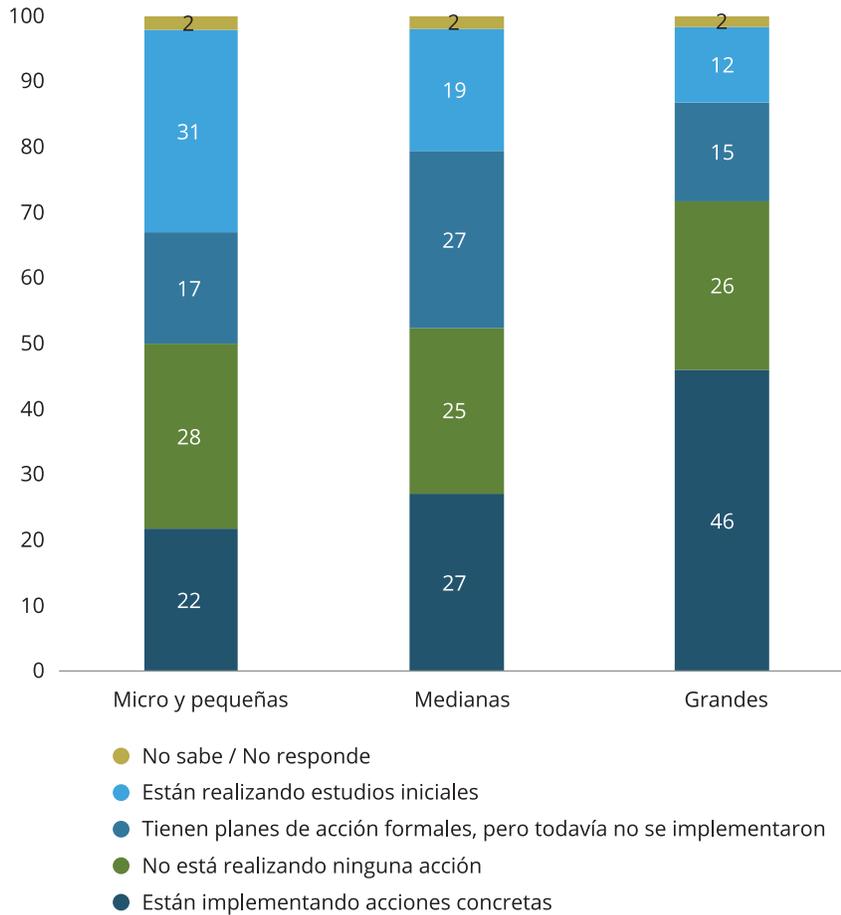
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

El tamaño de las firmas emerge como un factor relevante respecto a las acciones que emprenden las organizaciones para avanzar hacia la industria 4.0. Entre las firmas de mayor tamaño, el 46% está realizando acciones concretas, superando en 19 p.p. a las medianas y duplicando al porcentaje de micro y pequeñas (27% y 22% están realizando acciones concretas respectivamente) (Gráfico 15). Las medianas son las que muestran un mayor porcentaje de casos con planes formales de acción sin implementación (27%), mientras que las micro y pequeñas se destacan por la mayor proporción de casos con estudios iniciales o exploratorios (31%).



Gráfico 15

**Estrategias y acciones para avanzar hacia la transformación digital por tamaño de empresa**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

En relación con las acciones en ejecución, entre las empresas grandes, el 68% reconoce estar invirtiendo en maquinarias y equipos; el 57% en capacitaciones internas de los trabajadores; el 41% incorporando empleados con habilidades en nuevas tecnologías, y el 39% realizando esfuerzos de I+D+i y contratando a empresas de servicios especializadas (Tabla 6).



En el caso de las medianas, las inversiones en capital fijo bajan al 48% y entre las micro y pequeñas al 32%. Las capacitaciones internas al personal están siendo realizadas por el 48% entre las medianas y el 30% de las micro y pequeñas. En el caso de la contratación de servicios especializados en tecnologías digitales, las micro y pequeñas se muestran más activas que las firmas medianas (29% vs 24% respectivamente).

Aunque aún sin ejecución, se observa una generalizada voluntad de avanzar hacia la capacitación de sus empleados con ayuda de otras organizaciones (52% entre las micro y pequeñas; 51% entre las empresas grandes; y 42% entre las medianas), lo que da cuenta de la existencia de un espacio propicio para la vinculación y cooperación entre las firmas y las cámaras empresariales, universidades y otros actores del sistema científico y tecnológico (Tabla 6).

Tabla 6

**Tipo de acción y estado de implementación según tamaño de las firmas**  
(% de empresa)

Tamaño	Tipo de acción /estado	Implmenta acciones concretas	Planes formales, pero todavía no se implementaron	Están realizando estudios iniciales	No está realizando ninguna acción	No sabe/ No responde
Micro y pequeñas	Capacitación/entrenamiento de los trabajadores en la empresa	30%	24%	15%	30%	2%
	Capacitación/entrenamiento de trabajadores a través de las cámaras empresarias, universidades u otras instituciones	11%	52%	5%	31%	2%
	Incorporación de empleados con habilidades asociadas a las nuevas tecnologías	17%	29%	27%	25%	2%
	Contratación de empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales	29%	27%	21%	21%	2%
	Inversión en capital fijo (máquinas y equipos)	32%	12%	24%	29%	3%
	Investigación, desarrollo e innovación	12%	25%	11%	50%	3%
Promedio micro y pequeñas		22%	28%	17%	31%	2%



Tamaño	Tipo de acción /estado	Implmenta acciones concretas	Planes formales, pero todavía no se implementaron	Están realizando estudios iniciales	No está realizando ninguna acción	No sabe/ No responde
Medianas	Capacitación/entrenamiento de los trabajadores en la empresa	39%	2%	53%	4%	2%
	Capacitación/entrenamiento de trabajadores a través de las cámaras empresarias, universidades u otras instituciones	25%	42%	8%	22%	2%
	Incorporación de empleados con habilidades asociadas a las nuevas tecnologías	24%	24%	37%	13%	2%
	Contratación de empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales	24%	42%	22%	9%	2%
	Inversión en capital fijo (máquinas y equipos)	48%	14%	16%	21%	1%
	Investigación, desarrollo e innovación	2%	27%	26%	42%	2%
Promedio medianas		27%	25%	27%	19%	2%
Grandes	Capacitación/entrenamiento de los trabajadores en la empresa	57%	8%	19%	14%	1%
	Capacitación/entrenamiento de trabajadores a través de las cámaras empresarias, universidades u otras instituciones	33%	51%	9%	5%	2%
	Incorporación de empleados con habilidades asociadas a las nuevas tecnologías	41%	25%	17%	14%	2%
	Contratación de empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales	39%	37%	18%	6%	1%
	Inversión en capital fijo (máquinas y equipos)	68%	12%	16%	3%	2%
	Investigación, desarrollo e innovación	39%	20%	13%	27%	1%
Promedio grandes		46%	26%	15%	12%	2%

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



**Cuadro 4**

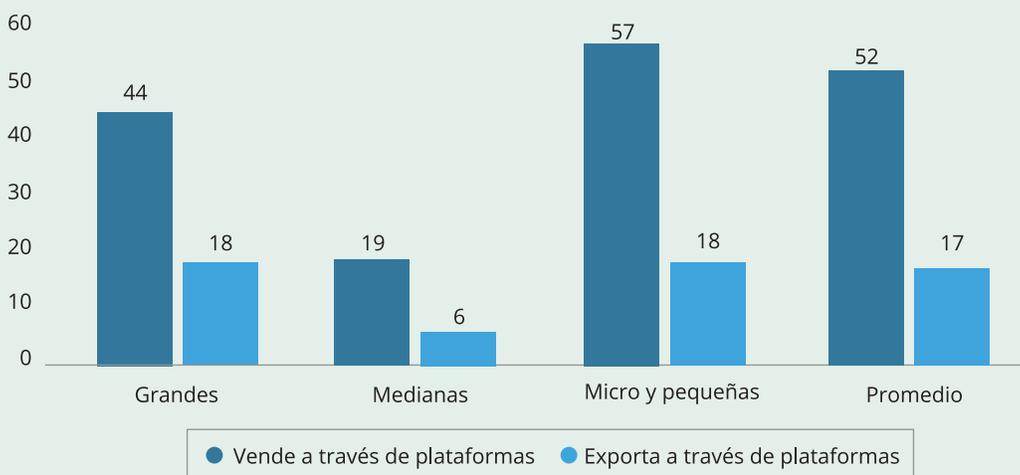
**Uso de comercio electrónico en la industria paraguaya**

Otra de las oportunidades más visibles que ofrece la digitalización en el mundo empresarial, especialmente para las mipymes, se relaciona con el desarrollo del comercio electrónico. El comercio en línea habilita a las empresas a comprar y vender bienes, insumos y servicios mediante plataformas, redes sociales y otros canales muy accesibles para llegar a proveedores y consumidores/usuarios de otras ciudades, regiones y países. Además, en los últimos años, con el avance de la *big data* y algoritmos aplicados al marketing digital, el comercio electrónico se ha convertido en una fuente valiosa de recopilación de datos, cuyo análisis permite a las empresas entender mejor las preferencias de los consumidores, optimizar su oferta de productos y servicios, y mejorar la experiencia del cliente.

Más de la mitad de las firmas encuestadas realizan ventas en el mercado local a través del comercio en línea (52%) y el 17% exporta mediante canales de venta digitales (Gráfico 16), por lo que hay amplio espacio para fomentar el uso de estas herramientas, especialmente para el comercio exterior. En efecto, son las mipymes las que utilizan en mayor proporción las plataformas digitales para la venta de sus productos en el mercado local, en tanto las medianas están más rezagadas (sólo el 19% vende a través de estos canales).

**Gráfico 16**

**Porcentaje de empresas que realizan ventas/exportaciones a través de canales digitales/ plataformas de marketplace por tamaño de empresa**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



### Cuadro 5

#### Adopción tecnológica en la industria paraguaya de alimentos y bebidas

El sector de alimentos y bebidas representa 38% del PIB industrial de Paraguay, el 25% del empleo industrial y el 13 % del total de las unidades económicas industriales relevadas en el CEN 2011 (Anexo 2).

Las empresas de alimentos y bebidas fueron las más numerosas en el relevamiento, representando 27% de las empresas encuestadas (51 firmas), por lo que es posible caracterizar al sector de manera agregada.<sup>25</sup>

Las empresas del sector muestran niveles de adopción tecnológicos similares al promedio de la industria paraguaya: 76% de las firmas utilizan tecnologías de primera y segunda generación; el 18 % de tercera y cuarta generación; y un 5% no ha podido/sabido responder (Gráfico 17). El área funcional más avanzada es la de relación con proveedores (15% utiliza tecnologías 4.0), pero también se destaca gestión de los negocios (23% utiliza tecnologías 3.0). En sentido opuesto, la más atrasada es relación con clientes/usuarios, donde el 71% de las firmas utilizan tecnologías 1.0. Finalmente, en gestión de los procesos productivos, un alto porcentaje de firmas encuestadas no supo/pudo precisar qué tipo de tecnologías están en uso (23%).

La alta inversión inicial es identificada como el principal factor que obstaculiza la incorporación de nuevas tecnologías en el sector de alimentos y bebidas (45% de las firmas) (Gráfico 18). En segundo lugar, se encuentra la falta de recursos humanos adecuados (24%) y en tercer lugar, la falta de acceso al financiamiento (23%). El desconocimiento, tanto de proveedores (22%) como de la oferta tecnológica (17%) representan otros factores importantes que obstaculizan el proceso de transformación digital.

Las expectativas de avanzar en el camino de transformación digital son menores para este segmento en comparación con el total de la industria. El 48% de las empresas del sector de alimentos y bebidas se muestra confiada de que utilizará tecnologías 3.0 y 4.0 en los próximos 5 años (Gráfico 19), 9 p.p. menos que el promedio relevado para la industria en su conjunto (57%). El área con mayores expectativas de digitalización es la gestión de los negocios (82%), seguida por la relación con proveedores (67%). En cambio, en la gestión de los procesos productivos y en la relación con clientes/consumidores, 6 de cada 10 empresas creen que seguirán utilizando tecnologías 2.0 y 1.0. En lo relativo al desarrollo de productos, más de la mitad de las empresas del sector no pudieron/supieron responder.

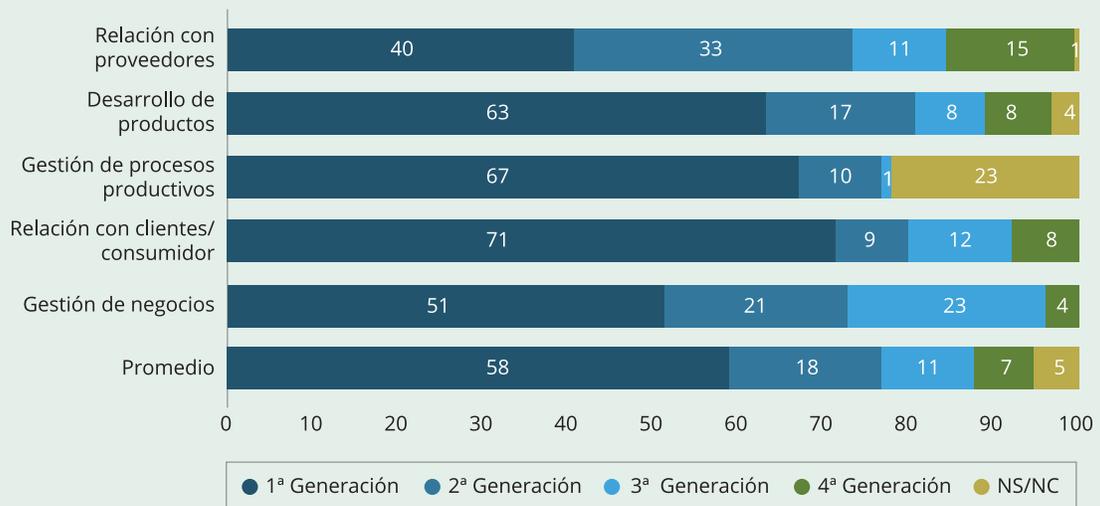
25 No es posible caracterizar a los sectores restantes de manera individualizada debido a la menor cantidad de empresas encuestadas en cada uno.



Consultadas sobre sus estrategias para mejorar la digitalización, solo el 7% de las empresas productoras de alimentos y bebidas dijeron realizar acciones concretas, similar al promedio general (Gráfico 20). Entre las acciones que están realizando se destacan la contratación de servicios especializados en tecnologías digitales, la inversión en maquinarias y equipos y las capacitaciones internas a sus trabajadores (Gráfico 21).

**Gráfico 17**

**Adopción tecnológica por área funcional en empresas del sector de alimentos y bebidas**  
(% de empresas del sector)

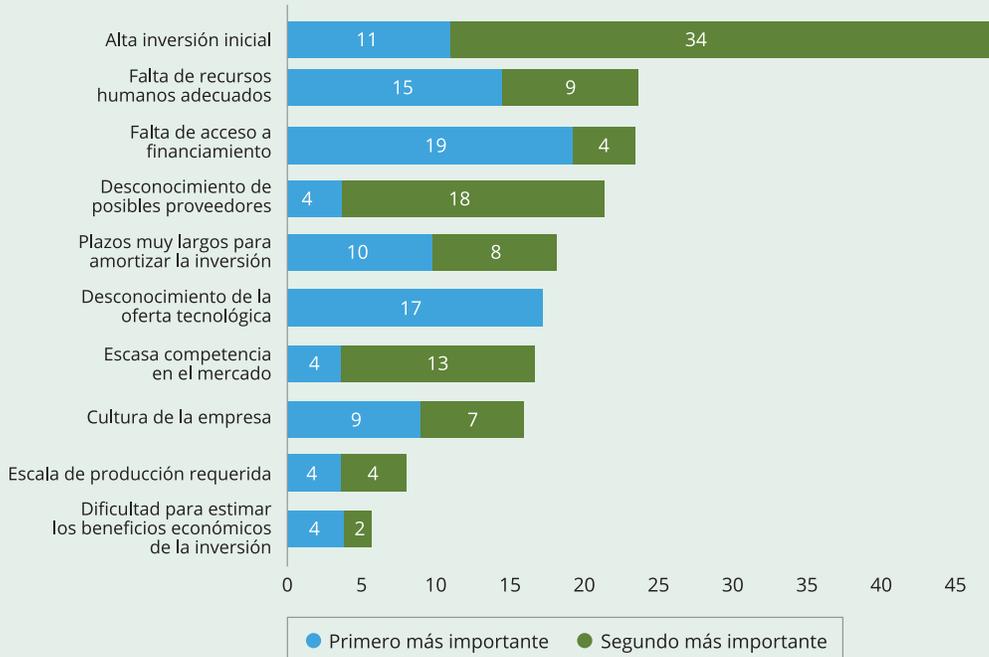


Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



**Gráfico 18**

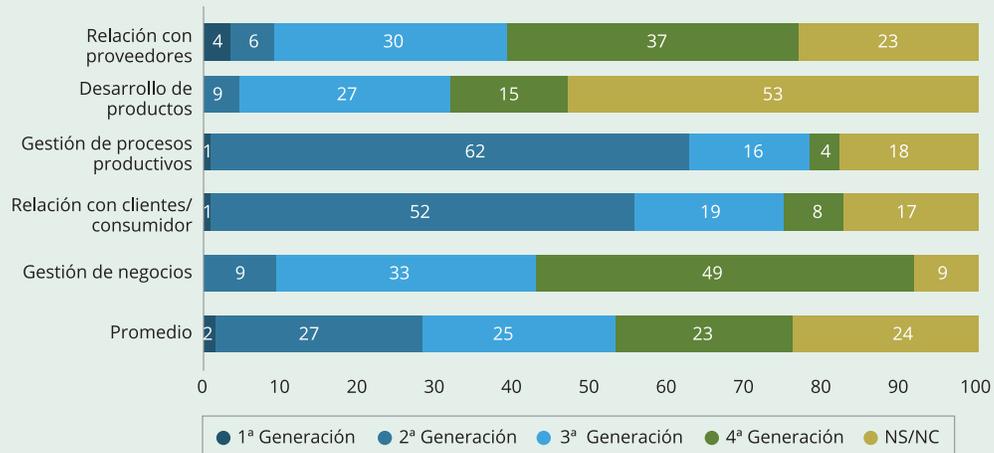
**Principales barreras para la adopción tecnológica en el sector de alimentos y bebidas**  
(% de empresas del sector)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

**Gráfico 19**

**Expectativas de adopción tecnológica en el futuro (próximo 5 años) en el sector de alimentos y bebidas**  
(% sobre el total de empresas del sector)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



**Gráfico 20**

**Acciones para avanzar hacia la transformación digital por área funcional**  
(% de empresas del sector)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

**Gráfico 21**

**Tipo de acciones para cerrar la brecha tecnológica en el sector de alimentos y bebidas**  
(% de empresas del sector)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



### 3.4. Demanda de habilidades

En un entorno de cambio tecnológico constante, las habilidades de las personas son clave no sólo para facilitar la adopción de tecnologías más avanzadas, sino también para gestionar los negocios y adaptarse a nuevas formas de organizar el trabajo, colaborar en equipos diversos, analizar situaciones complejas, identificar problemas y desarrollar soluciones innovadoras. Es decir, los entornos más digitalizados ponen en valor un conjunto de habilidades diversas, que incluye tanto a las competencias sobre aspectos técnicos como a las habilidades blandas o socioemocionales, todas igualmente importantes y necesarias para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la era de la digitalización. En este contexto, se consultó a las empresas qué tan importante resultaron en los últimos dos años algunas habilidades a la hora de contratar personal y qué tan importante consideran que lo serán en los próximos 5 años.

Los datos muestran que en la industria paraguaya hay consenso sobre la importancia que han tenido y tendrán las habilidades blandas; el 83% de las firmas encuestadas las reconoce muy importantes y el 16% algo importantes en las decisiones de contratación del pasado reciente (Gráfico 22). La alta valoración de las habilidades blandas que muestra Paraguay es un fenómeno recurrente tanto a nivel global como regional, fundamentalmente a partir de la pandemia. Un estudio reciente del Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (BID INTAL) sobre las cinco economías más grandes de la América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México), muestra que la valoración empresarial de las habilidades socioemocionales creció de 84% en 2019 a 93% en 2023 (Garnero, et al. 2023). Hacia el futuro, el 100% de las firmas paraguayas encuestadas considera que las habilidades blandas serán importantes a la hora de contratar personal.

En segundo lugar, se ubican las habilidades asociadas a la interacción de las personas con las máquinas; el 92% de las firmas encuestadas las reconoce su importancia reciente (45% las reconoce muy importantes) y el 95% señala que serán clave en el futuro (el 72% cree que serán muy importantes en los próximos 5 años).

El tercer lugar lo ocupan las habilidades en tareas repetitivas, valoradas por el 66% de firmas consultadas, aunque sólo el 24% las identifica como "muy importantes" (Gráfico 22).

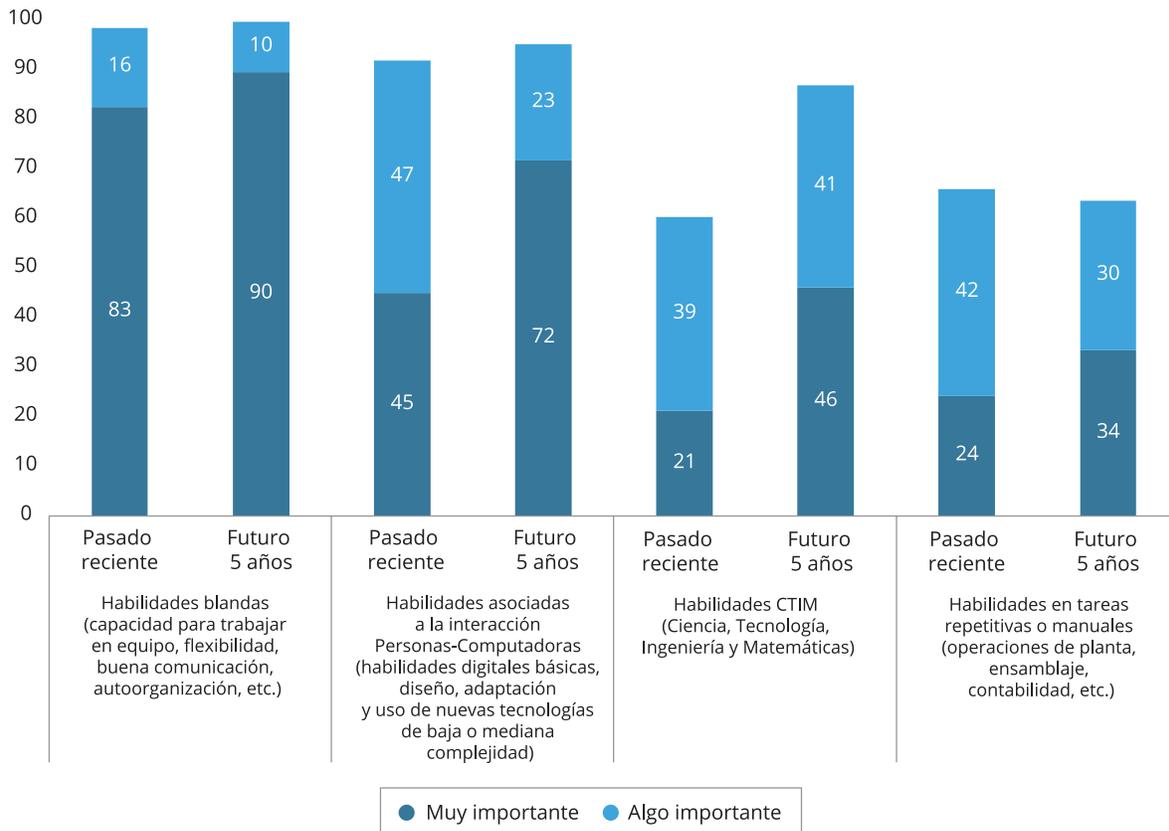


Más aún, se espera que en el futuro cercano la importancia relativa de estas habilidades disminuya.

El cuarto lugar de importancia lo tienen las habilidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (CTIM) con el 60 % de las empresas reconociendo su relevancia. No obstante, estas habilidades son las que más crecerán en importancia para la industria paraguaya en los próximos 5 años (+26 p.p., alcanzado 87%).

Gráfico 22

Valoración de la importancia de las habilidades en el presente y en un futuro próximo (5 años) (% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.  
 Nota: las posibles respuestas fueron: muy, algo, poco o nada importante, o NS/NC.

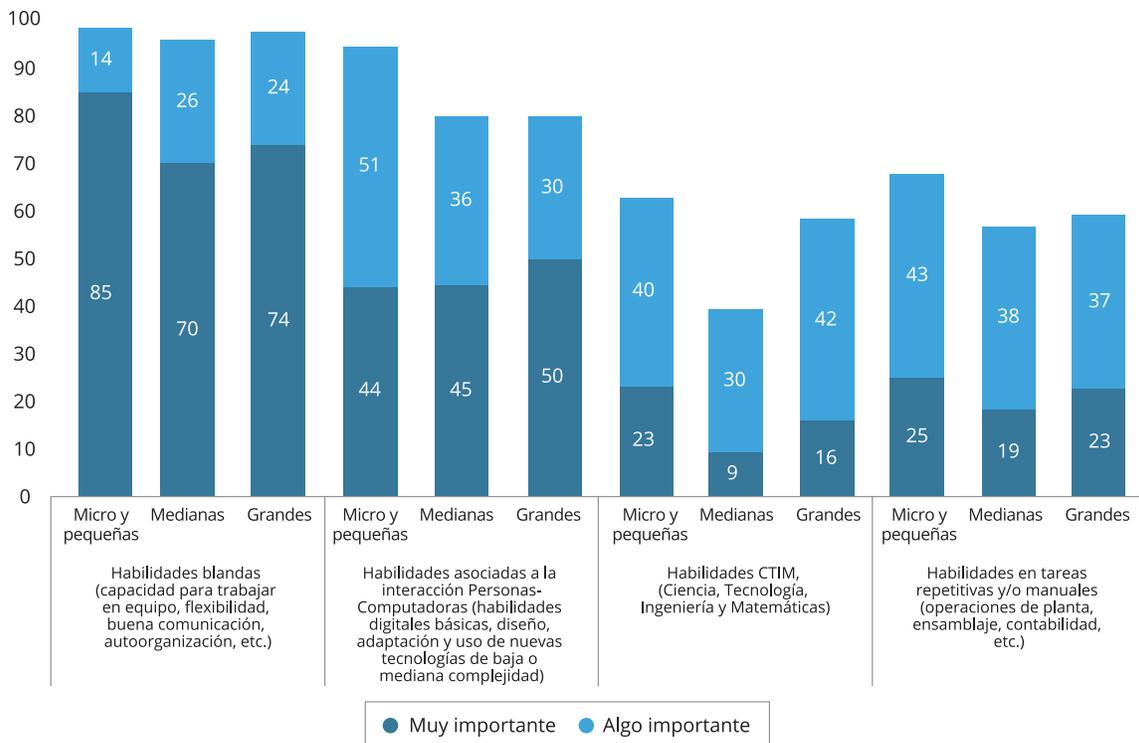


Al analizar los datos por tamaño de las firmas, se observa que en los últimos dos años, a la hora de contratar personal, todas las habilidades listadas fueron consideradas relevantes (muy importantes o algo importantes) en mayor proporción por las empresas micro y pequeñas (Gráfico 23). En particular, las habilidades blandas fueron muy importantes en las decisiones de contratación del 85 % de las micro y pequeñas empresas (+3 p.p. por encima del promedio) (Gráfico 25).

Por su parte, las habilidades asociadas a la interacción entre personas y máquinas importaron particularmente a las grandes empresas (50% las considera muy importantes, +5 p.p. por encima del promedio), lo que resulta coherente con los mayores niveles de adopción tecnológica identificados en este segmento. En tanto, las empresas medianas se mostraron comparativamente menos interesadas en todas las habilidades consultadas, excepto en las de interacción con las máquinas.

**Gráfico 23**

**Valoración de la importancia de las habilidades en los dos últimos años por tamaño de empresa (% de empresas)**



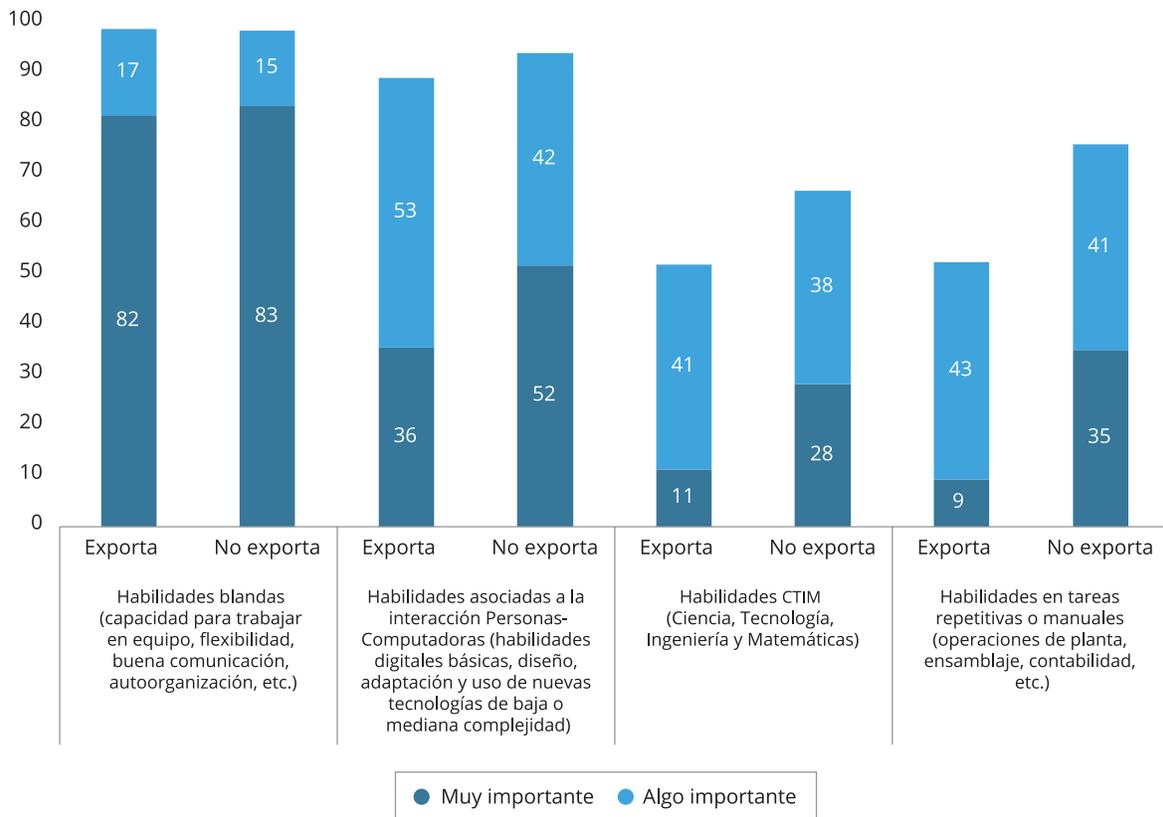
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



Con relación a la condición exportadora, a la hora de contratar, cualquiera sea la habilidad consultada, las firmas completamente abocadas al mercado interno (no exportadoras) asignan una mayor importancia a todas las habilidades consultadas en relación con las exportadoras (Gráfico 24). Esta situación se traslada también a las expectativas sobre futuras contrataciones, donde las no exportadoras vuelven a asignar una mayor importancia a todas las habilidades en cuestión.

**Gráfico 24**

**Valoración de la importancia de las habilidades en los dos últimos años por condición exportadora (% de empresas)**



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Otro abordaje de las habilidades, centrado en los conocimientos específicos y competencias de los trabajadores para el dominio de ciertas tecnologías, muestra que, a la hora de contratar personal, 8 de cada 10 empresas paraguayas valoran especialmente a los trabajadores con capacidad de manejar internet industrial y tecnologías de seguimiento



de stock y logística, y 7 de cada 10 valoran a trabajadores con habilidades para el uso de computación en la nube y el mantenimiento preventivo de equipos y procesos (Gráfico 25). Luego, el 56% considera importante las relacionadas al manejo de grandes bases de datos y el 55% las de ciberseguridad. Otras vinculadas a la inteligencia artificial y la programación de máquinas y sensores inteligentes interesan a menos de la mitad de las firmas. Finalmente, sólo 3 de cada 10 empresas considera actualmente importante el dominio de tecnologías, como la realidad aumentada, la impresión 3D y la robótica avanzada.

Se espera que la valoración de todas las habilidades crezca en importancia en los próximos 5 años (Gráfico 26). Asimismo, se destaca el alto porcentaje de firmas paraguayas que consideran clave en el futuro a las habilidades para el mantenimiento preventivo de los equipos (92%), seguido por el manejo de la Internet Industrial (90%) y de grandes bases de datos (89%). El mayor crecimiento se observa en las habilidades para la programación de sensores inteligentes (+35 p.p.), la programación de robots (+33 p.p.) y el manejo de grandes bases de datos (+33 p.p.).<sup>26</sup> Estas tendencias, podrían reflejar expectativas crecientes hacia un futuro productivo con mayores niveles de automatización.

Analizando las valoraciones de las habilidades por tamaño de empresa, se observa que entre las micro y pequeñas, casi 9 de cada 10 firmas valoran a los trabajadores con manejo de internet de las cosas o internet industrial (86%), superando ampliamente al porcentaje de empresas medianas y grandes que consideran importante esta habilidad (Tabla 7). Luego, 8 de cada 10 micro y pequeñas también consideran importante las habilidades relacionadas al manejo de stocks y logística (81%) y de la computación o servicios en la nube (79%). En sentido contrario, las habilidades menos valoradas (4 de cada 10 firmas) son las de programar robótica avanzada, las de interacción con sistemas de realidad aumentada y manufactura aditiva.

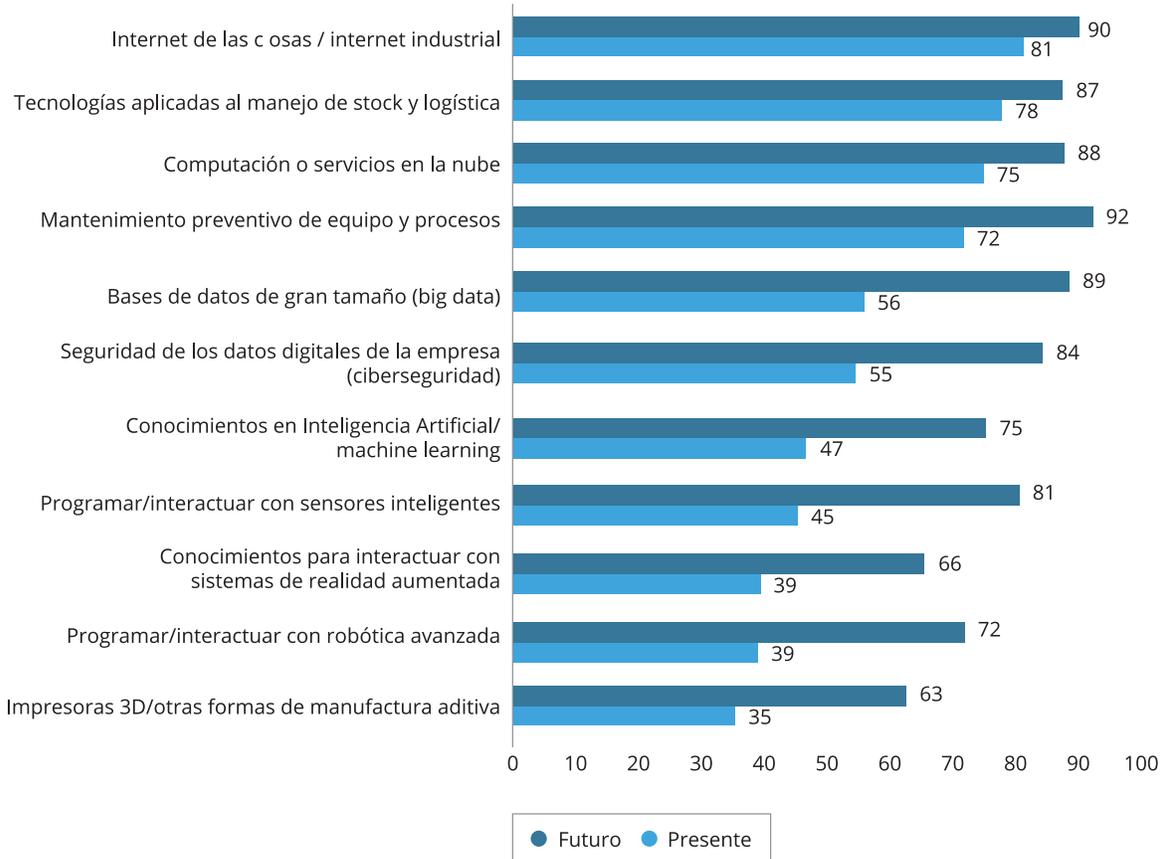
---

26 Los valores representan la brecha o diferencia entre el porcentaje de empresas que en el presente considera importante cada tipo de habilidad y el porcentaje de empresas que espera que esas habilidades sean importantes en el futuro.



Gráfico 25

**Importancia de ciertas habilidades y conocimientos en el presente y en el futuro (5 años)**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Entre las firmas medianas, 6 de cada 10 valoran las habilidades para el mantenimiento preventivo de los equipos (65%); las de impresión aditiva (62%) y ciberseguridad (60%) (Tabla 7). También se destacan las habilidades para el manejo de grandes volúmenes de datos y para programar e interactuar con robótica (58% en ambos casos). Entre las menos valoradas, se encuentran las de manejo de stock y logística (21%) y los conocimientos para interactuar con realidad aumentada (0%).

En el caso de las empresas grandes, 7 de cada 10 valoran habilidades para el manejo preventivo de equipos (73%), ciberseguridad (70%) y manejo de stock y logística (68%) (Tabla 7). Asimismo, 6 de cada 10 valoran habilidades de internet industrial y computación en la



nube. Al igual que lo observado entre las medianas, para las grandes, las menos valoradas se relacionan con el uso de manufactura aditiva.

Hacia los próximos 5 años, todas las empresas —independientemente del tamaño— consideran que las habilidades consultadas serán más importantes que en el presente (Tabla 7). Se observa un consenso alrededor de las habilidades de manejo de stocks y logística que se anticipan como importantes para 9 de cada 10 firmas.

Tabla 7

**Importancia de habilidades y conocimientos centrados en el manejo de ciertas tecnologías en el presente y en el futuro**  
(% de empresas por tamaño)

Tipo de Habilidad	Presente y últimos 2 años			Futuro a 5 años		
	Micro y pequeñas	Medianas	Grandes	Micro y pequeñas	Medianas	Grandes
Manejo de Internet de las cosas / internet industrial	86%	51%	59%	92%	71%	90%
Manejo de bases de datos de gran tamaño (big data)	57%	58%	53%	90%	82%	82%
Habilidades para mantenimiento preventivo de equipo y procesos	73%	65%	73%	92%	92%	92%
Habilidades relacionadas con tecnologías aplicadas al manejo de stock y logística	81%	21%	68%	86%	83%	98%
Uso de impresoras 3D/otras formas de manufactura aditiva	38%	62%	26%	64%	65%	51%
Uso de computación o servicios en la nube	79%	46%	57%	92%	71%	71%
Habilidades para programar/interactuar con sensores inteligentes	44%	52%	53%	84%	71%	67%
Habilidades para programar/interactuar con robótica avanzada	39%	58%	32%	77%	48%	58%



Tipo de Habilidad	Presente y últimos 2 años			Futuro a 5 años		
	Micro y pequeñas	Medianas	Grandes	Micro y pequeñas	Medianas	Grandes
Manejo de la seguridad de los datos digitales de la empresa (ciberseguridad)	52%	60%	70%	88%	71%	71%
Conocimientos en Inteligencia Artificial/ machine learning	47%	56%	34%	82%	47%	51%
Conocimientos para interactuar con sistemas de realidad aumentada	38%	0%	32%	70%	45%	49%

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

### 3.5. Impacto de la transformación digital en el empleo

La incorporación de tecnología puede generar el desplazamiento de ocupaciones en distintos sectores de actividad. Algunos pensadores vienen alertando sobre el fin del trabajo (Rifkin, 1995), la pérdida de muchas ocupaciones por el avance de la automatización (Frey y Osborne, 2013), el reemplazo de humanos por máquinas en ciertas tareas (Arntz et al., 2016) y su perjuicio especialmente para los trabajadores de baja y media educación, sumado al aumento de la desigualdad salarial (Acemoglu, 2023). Los avances recientes de la inteligencia artificial generativa volvieron a encender este debate ya que esta tecnología puede realizar tareas cognitivas, no repetitivas y de mediana complejidad que hasta el momento se consideraban de bajo riesgo de automatización (Acemoglu y Johson, 2023). En este contexto, se consultó a las empresas paraguayas sobre el impacto que han evidenciado en su planta de personal a partir de la incorporación de tecnologías digitales y la automatización de ciertas tareas en los últimos 5 años.

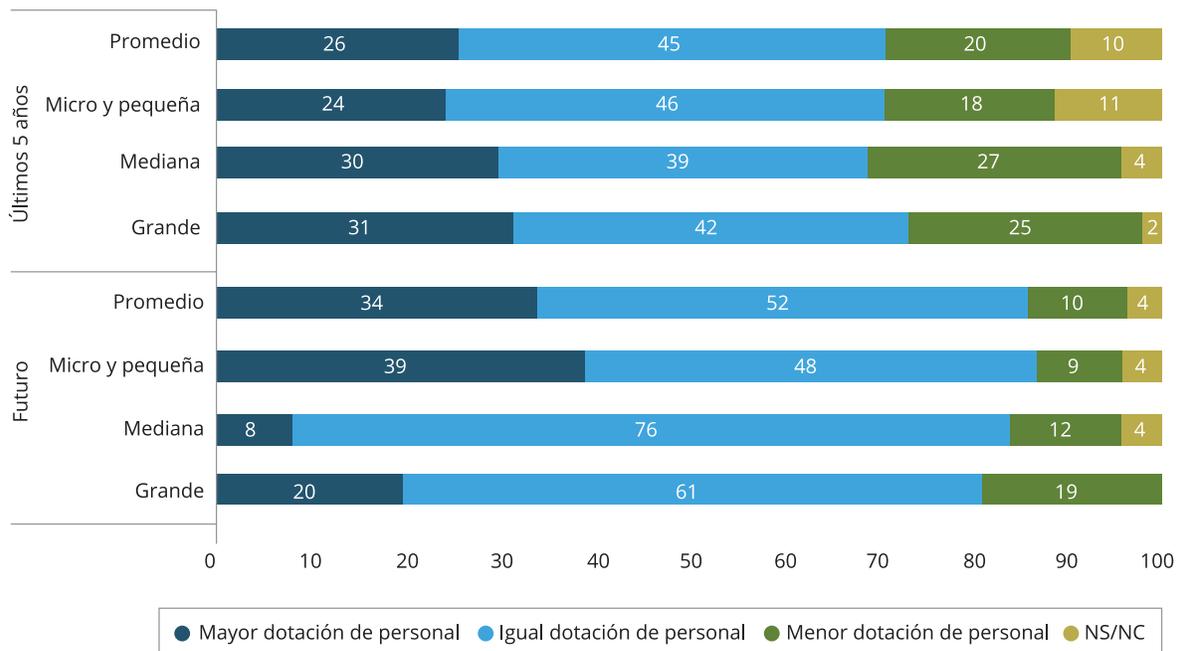
Sólo el 20 % de empresas encuestadas reconoce que se perdieron puestos de trabajo debido a la automatización de tareas, mientras que el 45% considera que la dotación de personal se mantuvo estable, y el 26% señala que debió incorporar más trabajadores (Gráfico 27). Esta tendencia se condice con lo observado en Argentina (2018) y Uruguay (2019), donde las empresas que evidencian pérdida de empleo a raíz de la incorporación tecnológica también representan un porcentaje menor a las que consideran que el empleo se mantuvo estable o aumentó. Hacia el futuro, 5 de cada 10 empresas paraguayas



se muestran confiadas de que mantendrán la misma dotación de personal a pesar de la incorporación tecnológica, el 34% espera generar más empleo y el 10% anticipa una reducción de personal.

**Gráfico 26**

**Impacto de la automatización en los últimos 5 años, promedio y por tamaño de empresa (% de empresas)**



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Las firmas grandes y medianas evidenciaron una mayor dotación de personal como consecuencia de la automatización, en torno al 30% (Gráfico 26). Sin embargo, hacia el futuro, son las empresas de mayor tamaño las que anticipan en mayor proporción una caída en los puestos de trabajo (19%). Contrariamente, las micro y pequeñas empresas, consideran en mayor medida que la dotación de empleo ha permanecido estable (45%). De cara al futuro, las empresas micro y pequeñas se muestran mucho más optimistas; el 39% espera una mayor incorporación de personal y sólo el 9% la destrucción de puestos de trabajo.



Al analizar el impacto en las distintas áreas de operación de la empresa, los resultados son heterogéneos. Como puede observarse en el Gráfico 28 en los últimos 5 años la incorporación de tecnología ha llevado a mayor contratación que despido de empleados en 4 de las 10 áreas consultadas, mientras que en 2 de las 10 ha sido relativamente neutra y en otras 4 de 10 ha mostrado un impacto más negativo que positivo. Las áreas con tendencia hacia la creación de empleo fueron: marketing e investigación de mercados, gestión de la calidad, mantenimiento de equipos, y logística y distribución de productos. A excepción de la primera, las otras 3 áreas exigen a los trabajadores realizar tareas repetitivas o manuales (operaciones de planta, ensamblaje, aplicación de protocolos preestablecidos, etc.). Sin embargo, a la hora de contratar, 8 de cada 10 empresas reconocieron importantes las habilidades en tecnologías aplicadas al manejo de stock y logística, y 7 de cada 10 a las habilidades para el mantenimiento preventivo de equipos. Esto podría sugerir que, en los últimos 5 años, las empresas habrían incorporado perfiles capacitados en el uso de estas nuevas tecnologías de automatización. Además, podría reflejar cierta especialización y adaptación de la fuerza laboral a las nuevas tecnologías, lo que se condice con los esfuerzos que dicen haber realizado las firmas en materia de capacitación de sus empleados, resultando en un incremento del empleo en áreas donde normalmente se esperaría una disminución debido a la automatización. Contrariamente, las áreas con tendencias a pérdida de puestos de trabajo fueron: atención al cliente, gerencia y dirección de empresas, relación con proveedores y gestión de recursos humanos. Excepto en el caso de la gerencia, en las demás áreas suponen la realización de tareas cognitivas de baja complejidad y repetitivas (de registro y administrativas), fácilmente automatizables.

Consultadas por el potencial efecto de la automatización en el futuro próximo, las empresas paraguayas se muestran convencidas de tendencias positivas en 5 áreas, con dos destacadas: marketing e investigación de mercados, y desarrollo de procesos e Innovación en I+D (Gráfico 28). En cambio, se anticipa que la tendencia hacia la pérdida de empleos continuará en áreas como la de atención al cliente y la relación con los proveedores.



Gráfico 27

**Impacto de la automatización en los últimos 5 años por área de operación**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



Gráfico 28

**Impacto neto de la automatización en el futuro (próximos 5 años) por área de operación**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

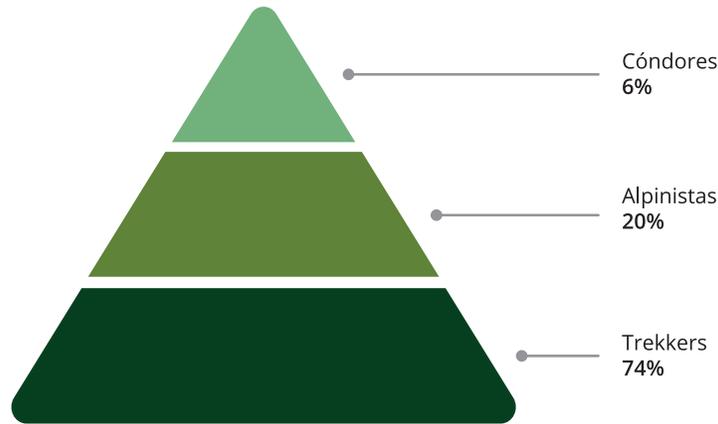
### 3.6. Resultados de la clusterización

La mayoría de las empresas de la muestra puede ser clasificada como Trekkers, grupo compuesto por el 74% de las firmas paraguayas. Luego, se identifica un grupo más reducido de Alpinistas, compuesto por el 20% de las empresas. Finalmente, se identifica un grupo pequeño de empresas (6%) catalogadas como Cóndores (Gráfico 29).



Gráfico 29

**Distribución de la muestra en la travesía hacia la transformación digital de Paraguay**  
(% de empresas)

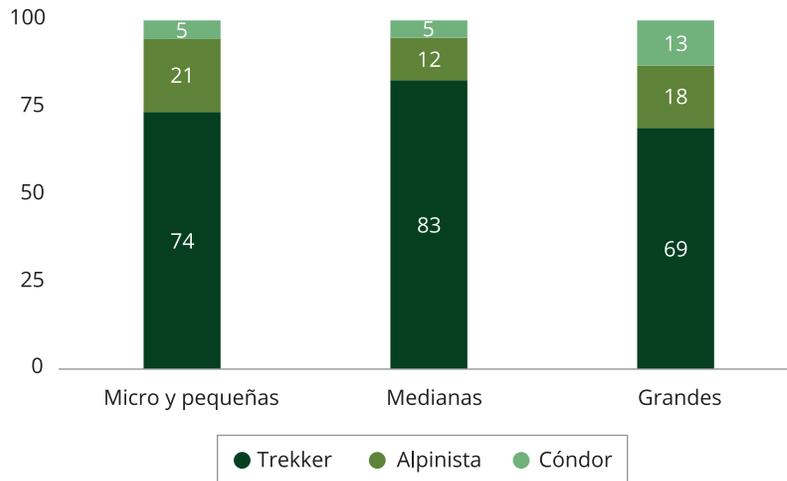


Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Al considerar el tamaño de las firmas, las medianas son las que presentan un mayor porcentaje de trekkers (83%), en tanto las empresas de mayor tamaño tienen un grupo más amplio de firmas cándores (13%). Por su parte, entre las empresas micro y pequeñas se destaca una mayor proporción de alpinistas (21%) (Gráfico 30).

Gráfico 30

**Distribución de clústeres por tamaño de las empresas**  
(% de empresas)



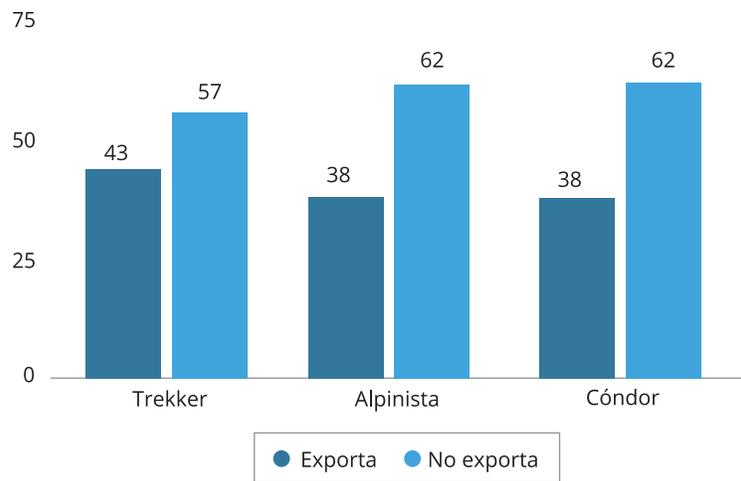
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



Tal como fuera mencionado a lo largo de este estudio, la condición exportadora no se presenta como un factor decisivo en el camino hacia la transformación digital de las empresas industriales del país: entre los segmentos más avanzados tecnológicamente (cóndores y alpinistas) sólo el 38% de las empresas exportan, mientras que entre los trekkers, el 43% (Gráfico 31).

Gráfico 31

**Distribución de clústeres por condición exportadora**  
(% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Al analizar la travesía por sector industrial, se observa que en la cima tecnológica predominan las empresas textiles, que representan 44% de los cóndores (Gráfico 32). En segundo lugar, se destacan las empresas químicas y farmacéuticas (22%) y de alimentos y bebidas (22%).

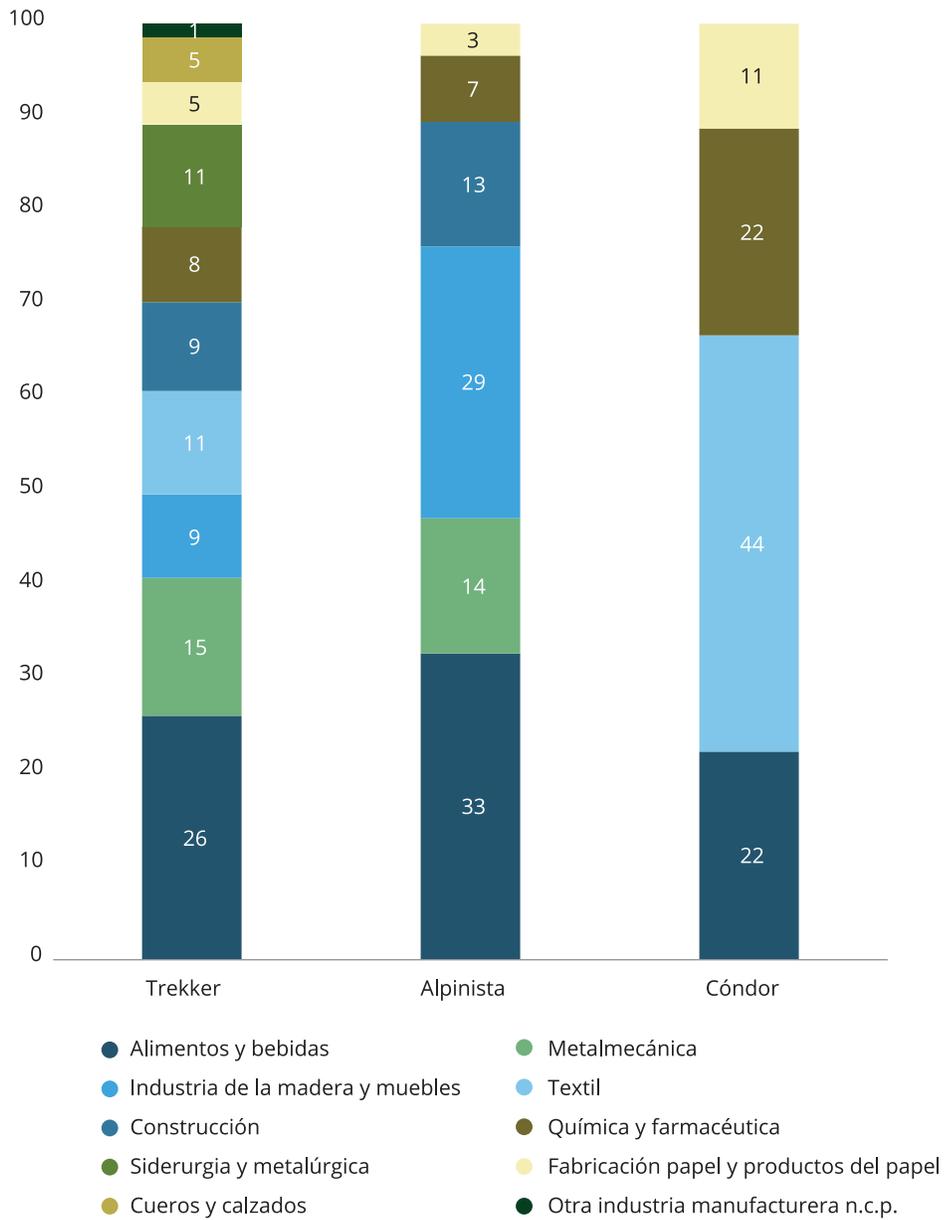
A mitad del camino, es decir, entre los alpinistas, se observa una importante participación de empresas del sector de alimentos y bebidas (33%) y de la industria de madera y muebles (29%). Le siguen en importancia las firmas metalmecánicas y de la construcción (14%).

En la base, es decir, entre los trekkers, se encuentran empresas de todos los sectores relevados, destacándose el de alimentos y bebidas que explica el 26% del clúster.



Gráfico 32

Distribución de trekkers, alpinistas y cóndores por sector (% de empresas)



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



**Cuadro 6**

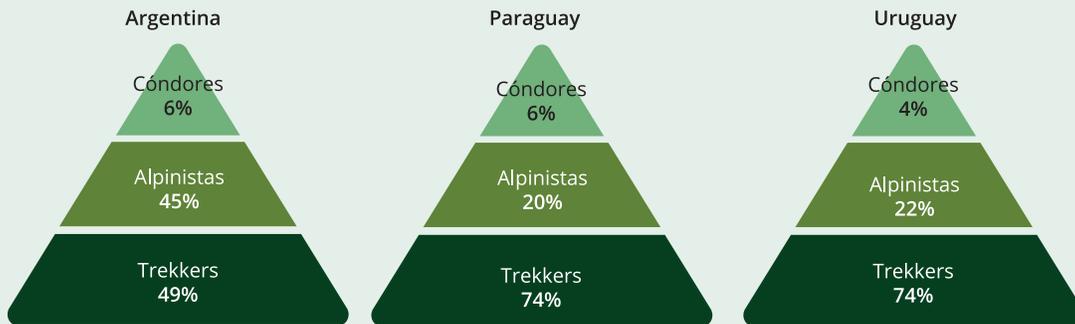
**Resultados de la clusterización en Argentina, Uruguay y Paraguay**

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los resultados de la clusterización de empresas en Paraguay (2023), Uruguay (2019) y Argentina (2018).

En primer lugar, en los tres países, la “Travesía hacia la industria 4.0” se representa como un sendero montañoso con forma piramidal: con una importante presencia de empresas trekkers en la base; un menor número de empresas alpinistas en el centro; y un reducido grupo de empresas cóndores en la cima tecnológica. Asimismo, las mayores similitudes se observan entre las industrias de Paraguay y Uruguay, donde aproximadamente 7 de cada 10 firmas son trekkers; 2 de cada 10 son alpinistas; mientras que las firmas cóndores representan alrededor del 5% de los casos (Gráfico 33). En cambio, la clusterización de la industria argentina muestra una distribución más balanceada entre las empresas que se encuentran en la base (trekkers) y en el centro de la pirámide (alpinistas).

**Gráfico 33**

**Distribución de las empresas por clúster en Argentina (2018), Paraguay (2023) y Uruguay (2019)**  
(% de empresas por país)



*Fuente:* elaboración propia con base en Abrieu et al. (2018), Barafani, et al. (2020) y Encuesta BID UIP (2023).

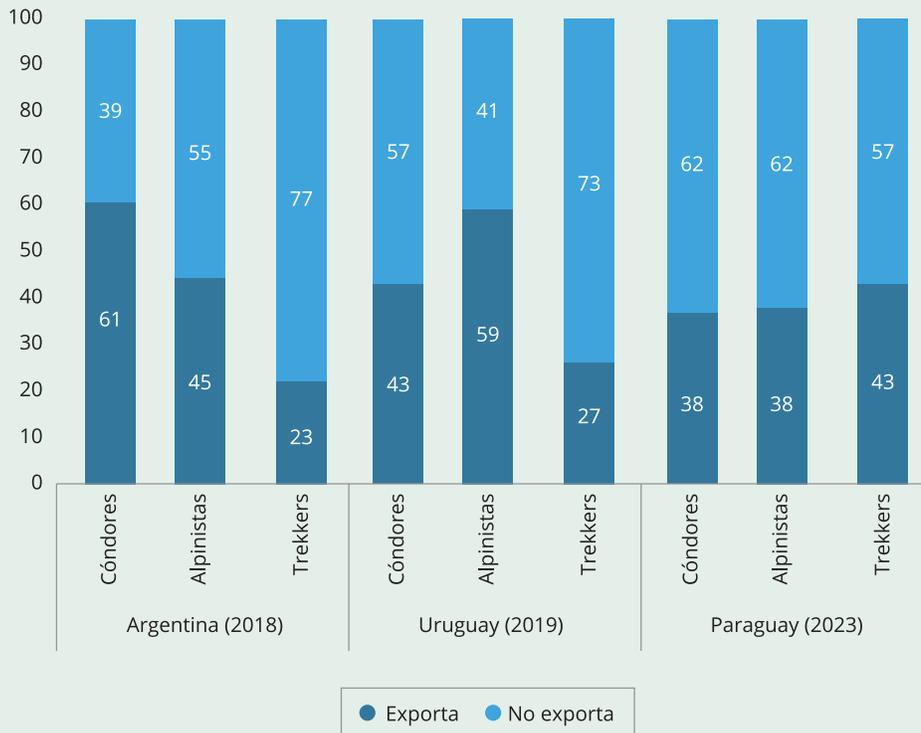
En segundo lugar, se encontraron resultados heterogéneos al considerar el impacto de la condición exportadora en la distribución de las firmas por clúster. Por ejemplo, en Argentina, las firmas más avanzadas tecnológicamente (cóndores) son mayoritariamente exportadoras (61%) mientras que las menos avanzadas (trekkers) son mayoritariamente no exportadoras (77%). En cambio, en Paraguay y en Uruguay, no se encontraron indicios



de que la participación de las empresas en el comercio internacional sea un factor importante en la escalada tecnológica (Gráfico 34).<sup>27</sup>

**Gráfico 34**

**Distribución de las firmas por clúster según condición exportadora en Argentina, Paraguay y Uruguay**  
(% de empresas por país)



*Fuente:* elaboración propia con base en Abrieu et al., (2018), Barafani, et al., (2020) y Encuesta BID UIP (2023).

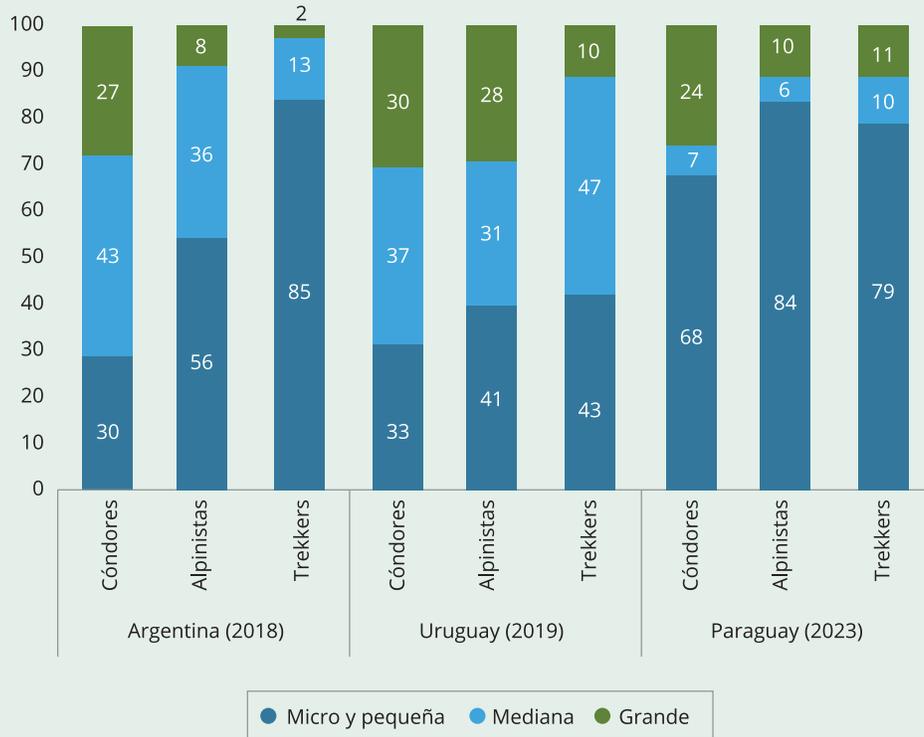
En tercer lugar, en los tres países, el tamaño de las firmas se presenta como un factor de cierta relevancia en la clusterización. Concretamente, la presencia de empresas grandes aumenta conforme el clúster avanza hacia la cima tecnológica. Por ejemplo, en Argentina, las empresas grandes representan el 27% de los cándores; el 8% de los alpinistas; y el 2% de los trekkers, mientras que en Paraguay, pasan del 24% entre los cándores al 11% entre los trekkers, y en Uruguay, del 30% al 10% respectivamente (Ver Gráfico 35). Además, en Argentina y Paraguay, se observa una presencia dominante de micro y pequeñas en el grupo de alpinistas y trekkers.

<sup>27</sup> Si bien, en Uruguay, el 73% de las empresas trekkers no exportan, el estudio de Barafani et al. (2020), afirma que la condición exportadora no parece influir sobre la adopción tecnológica de las empresas industriales del país.



**Gráfico 35**

**Distribución de las firmas por clúster según tamaño en Argentina, Paraguay y Uruguay**  
(% de empresas por país)



*Fuente:* elaboración propia con base en Abrieu et al., (2018), Barafani, et al., (2020) y Encuesta BID UIP (2023).

En conclusión, mientras que en Paraguay y Uruguay predominan las empresas que están en etapas más tempranas de adopción tecnológica, en Argentina hay una mayor diversidad, con una proporción similar de empresas en diferentes etapas de adopción. La condición exportadora juega un rol importante en la clusterización de las firmas sólo en Argentina, donde las firmas exportadoras se muestran más avanzadas tecnológicamente. En cambio, en los tres países, el tamaño de las firmas se presenta como un factor relevante de la distribución de las empresas por clúster, con una presencia creciente de empresas grandes en la medida en que se avanza hacia la cima tecnológica, y una gran presencia de micro y pequeñas cuando se muestra descendiente a la base.



En relación con los obstáculos que enfrenta cada clúster para avanzar hacia la transformación digital, se encuentran particularidades que merecen ser resaltadas.

Los tres grupos de empresas asignan distinto nivel de importancia a las barreras a la adopción de tecnología, pero en todos los casos los principales obstáculos señalados son factores externos a la propia empresa. Para los cóndores, el plazo muy largo de amortización y la alta inversión inicial lideran la lista de obstáculos (43% y 38% de las empresas de este grupo, respectivamente, señalan la importancia de estas barreras para adoptar nuevas tecnologías) (Tabla 8). El ranking de obstáculos para los cóndores se completa con la falta de recursos humanos calificados (tercer lugar); la cultura de la empresa (cuarto lugar); y la inadecuada infraestructura de conectividad (quinto lugar), representando este último obstáculo una particularidad respecto al promedio nacional<sup>28</sup> y a los otros dos segmentos de empresas.

Por su parte, la falta de recursos humanos calificados lidera el ranking de obstáculos identificados por los alpinistas (64%) (Tabla 9). En segundo lugar, señalan la dificultad para estimar los beneficios económicos de la inversión (41%), lo que resulta una particularidad de este segmento, y, en tercer lugar, la cultura de la empresa (23%). Finalmente, lo relativo a la inversión (alto valor inicial y plazos largos de amortización) completan el ranking de los cinco principales obstáculos para este grupo de empresas.

En el caso de los trekkers, el principal obstáculo para la adopción tecnológica es la alta inversión inicial (Tabla 10). La falta de recursos humanos calificados ocupa el segundo lugar (35%) mientras que en el tercero, se ubica el acceso al financiamiento (33%), siendo este último factor identificado como un obstáculo primordial para la transformación digital solamente por este grupo. Por último, los largos plazos de amortización y el desconocimiento de potenciales proveedores tecnológicos ocupan el cuarto y quinto lugar entre las barreras identificadas por las empresas Trekkers.

<sup>28</sup> En el ranking de obstáculos del total de las empresas relevadas, la infraestructura de conectividad ocupa la última posición, siendo señalada por menos del 2 % de las firmas.



Tabla 8

**Ranking de los 5 principales obstáculos para las empresas Cóndores**  
(% de empresas Cóndores)

RANK	Obstáculo	Primero más importante	Segundo más importante	TOTAL
1	Plazos muy largos para amortizar la inversión	26%	17%	43%
2	Alta inversión inicial	0%	38%	38%
3	Falta de recursos humanos adecuados	8%	23%	32%
4	Cultura de la empresa	17%	6%	24%
5	Inadecuada infraestructura para conexiones digitales	11%	10%	20%

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Tabla 9

**Ranking de los 5 principales obstáculos para las empresas Alpinistas**  
(% de empresas Alpinistas)

RANK	Obstáculo	Primero más importante	Segundo más importante	TOTAL
1	Falta de recursos humanos adecuados	53%	12%	64%
2	Dificultad para estimar los beneficios económicos de la inversión en nuevas tecnologías	5%	36%	41%
3	Cultura de la empresa	10%	13%	23%
4	Alta inversión inicial	6%	10%	17%
5	Plazos muy largos para amortizar la inversión	15%	0%	15%

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Tabla 10

**Ranking de los 5 principales obstáculos para las empresas Trekkers**  
(% de empresas Trekkers)

RANK	Obstáculo	Primero más importante	Segundo más importante	TOTAL
1	Alta inversión inicial	13%	26%	39%
2	Falta de recursos humanos adecuados	29%	6%	35%
3	Falta de acceso a financiamiento	19%	13%	33%
4	Plazos muy largos para amortizar la inversión	5%	16%	21%
5	Desconocimiento de posibles proveedores	0%	13%	13%

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.



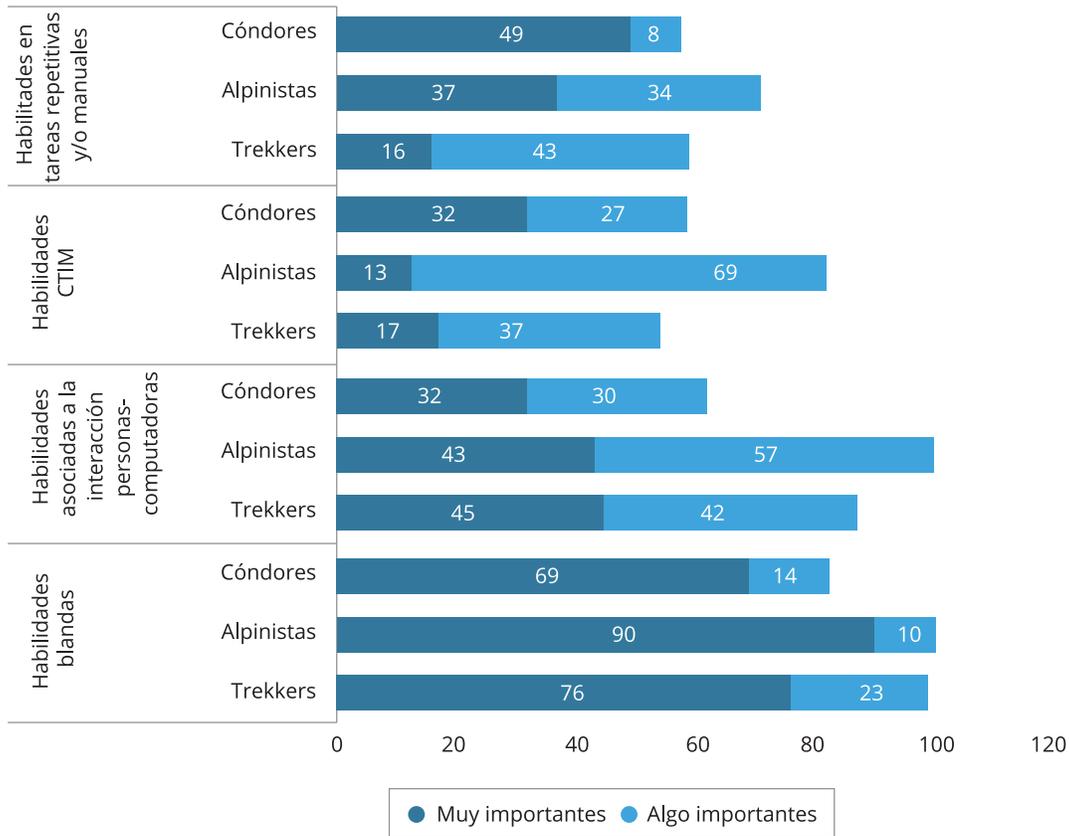
Al considerar la valoración de las habilidades de los trabajadores entre los distintos clústeres, las empresas alpinistas son las que otorgan mayor relevancia a todas las habilidades consultadas, destacándose la importancia de las habilidades blandas (Gráfico 36). Se destaca la mayor relevancia que este grupo otorga a las habilidades CTIM en comparación con los otros dos (82% de los alpinistas considera importante que los trabajadores cuenten con habilidades en CTIM, 20 p.p. más que los trekkers y 23 p.p. más que los cóndores). Entre las habilidades técnicas más valoradas por los alpinistas se destacan el dominio de tecnologías para el mantenimiento preventivo de equipos; la computación y servicios en la nube; y el manejo de stock y logística (Ver Gráfico 25). Esto podría indicar que, en la transición hacia la industria 4.0, las empresas necesitan equilibrar el desarrollo técnico (que requiere habilidades en CTIM) con otras necesarias para gestionar el cambio dentro de la organización (habilidades blandas y computacionales básicas).

En contraposición, los cóndores son comparativamente el segmento que menos valora a las habilidades blandas y a las de interacción básica con las computadoras (Gráfico 36). Sin embargo, muestran una alta valoración por las habilidades manuales y repetitivas (49% las consideran “muy importantes”). Estas preferencias podrían dar cuenta de que en las empresas con alto grado de automatización, la naturaleza del trabajo podría estar más inclinada hacia la gestión y mantenimiento de sistemas tecnológicos, disminuyendo la importancia de la interacción humana y las habilidades blandas en comparación con las habilidades técnicas específicas. En este sentido, tal como puede observarse en el Gráfico 37, a la hora de contratar personal, el 80% de las empresas cóndores considera importante que los trabajadores cuenten con habilidades técnicas en ciberseguridad; el 68% en manejo y análisis de grandes volúmenes de datos; el 67% habilidades de computación y servicios en la nube y el 66% en habilidades para el manejo de internet de las cosas.



**Gráfico 36**

**Valoración de habilidades por segmento de clusterización**  
(% de empresas de cada grupo)



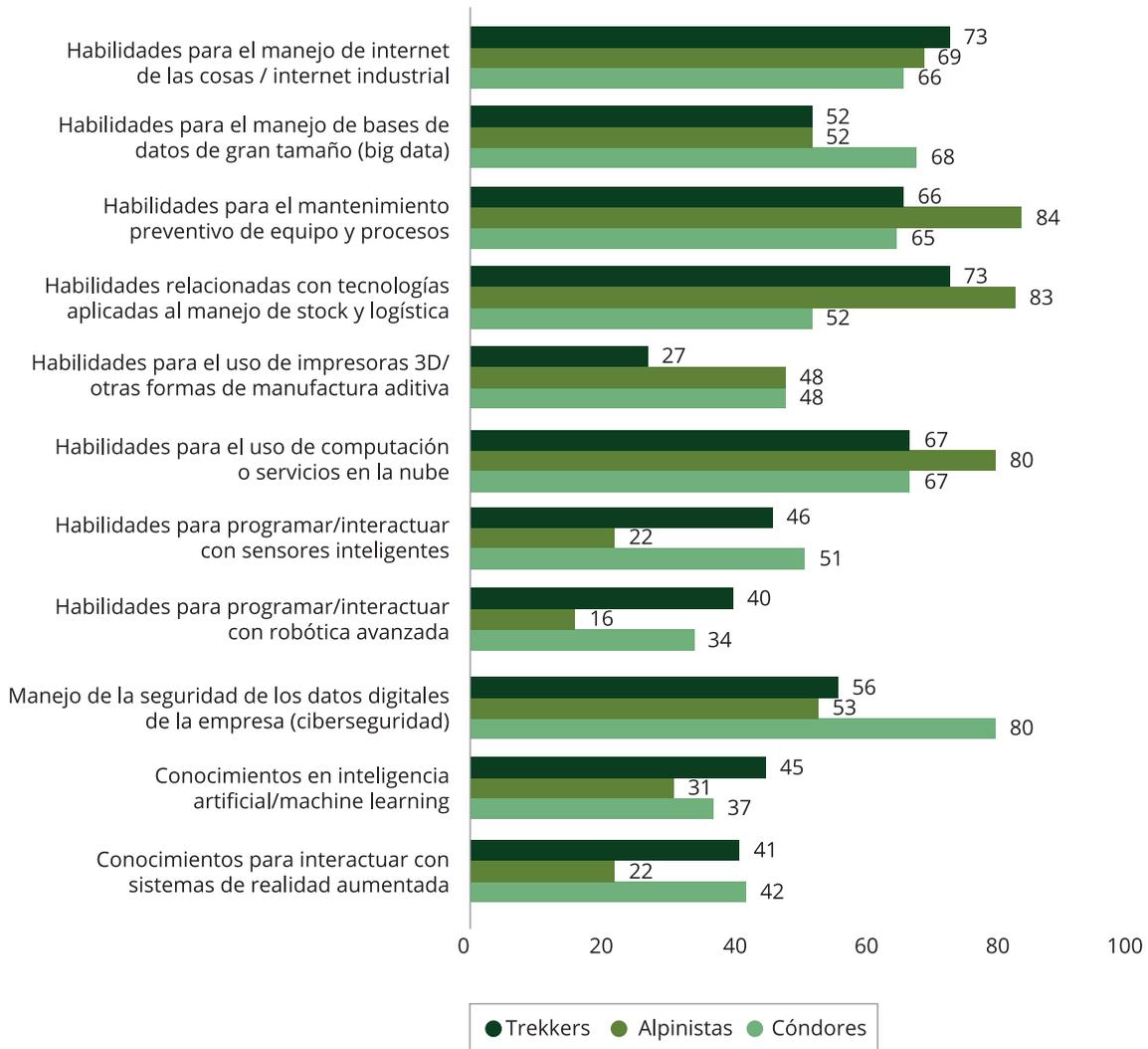
Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

Finalmente, las empresas trekkers, presentan consenso respecto a la importancia de las habilidades blandas (Gráfico 36). En segundo lugar, se destacan las habilidades asociadas a la interacción básica de las personas con las computadoras, consideradas relevantes para el 87% de los trekkers. Además, 7 de cada 10 empresas trekkers consideraron importantes las habilidades en tecnologías para el manejo de stock y logística, y para la Internet industrial (Gráfico 37). Esto podría sugerir que, incluso, las empresas menos dinámicas se enfrentan a la necesidad de integrar tecnologías digitales básicas en sus operaciones cotidianas y que, en firmas donde predominan tecnologías poco avanzadas, el capital humano y las relaciones interpersonales son factores decisivos en el funcionamiento de la organización.



Gráfico 37

**Valoración de habilidades técnicas por segmento de clusterización**  
(% de empresas de cada grupo)\*



Fuente: elaboración propia con base en Encuesta BID y UIP, 2023.

\* El gráfico muestra la suma del porcentaje de empresas que considera "muy importantes" y "algo importantes" a cada tipo de habilidad técnica a la hora de contratar personal



## 4. TRAVESÍA HACIA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

A pesar de la gran aceleración tecnológica que la pandemia impuso globalmente, este estudio evidencia que la industria paraguaya tiene un largo camino por recorrer en su reconversión hacia el paradigma 4.0. El proceso de transformación digital no es un fenómeno uniforme, sino que varía según la adaptabilidad de la fuerza laboral, la capacidad de las empresas para reconfigurar roles y procesos, y la etapa de adopción tecnológica en que se encuentre la firma. Asimismo, el tamaño de las empresas parece incidir en el dinamismo para cerrar la brecha; mientras las grandes muestran una ventaja relativa, las micro y pequeñas exhiben un dinamismo interesante, dejando rezagadas a las medianas. Contrariamente, la condición exportadora no parece representar un factor determinante para la transformación digital de las empresas, resultado que amerita mayor investigación.

Aunque existe optimismo respecto a la adopción de tecnologías avanzadas en la próxima década, especialmente entre las micro y pequeñas empresas, la mayoría de las firmas no está tomando medidas concretas para cerrar la brecha tecnológica (sólo el 10% de las encuestadas implementa acciones específicas). Además, 2 de cada 10 empresas no logran identificar qué tecnologías emplearán en el futuro próximo, especialmente en el área de desarrollo de productos (esta proporción asciende a 37% de las firmas). Esto podría representar una oportunidad para difundir la oferta tecnológica disponible y visibilizar los casos de éxito de empresas que estén avanzadas en su proceso de transformación digital.

Las empresas identifican diversos obstáculos que les impiden avanzar en la travesía 4.0, destacándose principalmente factores externos a la empresa, como la escasez de recursos humanos calificados y las barreras a la inversión. Esto sugiere la necesidad de acciones de política pública que aceleren y faciliten el proceso de adopción tecnológica, atendiendo a las diferentes características de las empresas acorde a su nivel de digitalización.



Con relación a la falta de trabajadores con las habilidades 4.0, el análisis de clústeres revela cómo el avance tecnológico influye en las preferencias de habilidades en diferentes segmentos empresariales en Paraguay. Las empresas Alpinistas, aquellas que se encuentran en plena escalada tecnológica, equilibran la demanda de habilidades blandas, computacionales básicas y específicas en CTIM. Este equilibrio refleja su estado de transición activa hacia la industria 4.0, donde la integración de habilidades técnicas y blandas es vital para la adaptación y el liderazgo en un entorno tecnológicamente dinámico. Los Cóndores, líderes en la adopción tecnológica, priorizan habilidades técnicas específicas, lo que responde a su contexto de alta automatización y necesidad de mantenimiento de sistemas avanzados. Finalmente, las empresas Trekkers, aún en fases iniciales de adopción tecnológica, enfatizan las habilidades blandas y la interacción básica con las computadoras, dejando al descubierto la importancia de las relaciones interpersonales en el funcionamiento de las empresas menos tecnificadas.

En consecuencia, es necesario no solo fortalecer y desarrollar el talento digital de las personas, sino también fortalecer sus habilidades socio-emocionales —que requieren de estímulos desde la primera infancia— y una cultura ciudadana que les permita interactuar en ambientes cada vez más digitalizados de forma responsable, segura e informada. Es decir, no sólo debe garantizarse el acceso universal a internet y a la tecnología, sino también contar con programas que promuevan un entendimiento crítico y responsable de cómo interactuar en el entorno digital, incluyendo el respeto por la privacidad, la comprensión de los derechos y responsabilidades en línea, y la habilidad para discernir y manejar la información digital. Los esfuerzos también deben ir dirigidos a la capacitación y educación en tecnologías avanzadas a lo largo de toda la vida y a fortalecer la educación superior y técnica, con foco en las áreas de CTIM. Estos programas deben diseñarse a partir del diálogo con las empresas y la academia, y deben adaptarse a las necesidades específicas de diferentes sectores industriales. También es importante que estas iniciativas sean revisadas y actualizadas regularmente para reflejar los avances tecnológicos y las necesidades dinámicas del mercado laboral.

Por su parte, independientemente del tamaño de firma, los aspectos relativos al financiamiento de la inversión emergen como barreras de importancia para avanzar en la escalada hacia la industria 4.0. En promedio, el 39% de las firmas identifica como obstáculo para la transformación digital a la alta inversión inicial, el 27% a la falta de acceso a finan-



ciamiento y el 22% los plazos muy largos de amortización. Para facilitar las inversiones empresariales en I+D y nuevas tecnologías, se requieren incentivos financieros y fiscales, promover el acceso a fondos de capital de riesgo, otorgar premios o reconocimientos a las empresas que inviertan en I+D+i, y brindar un acompañamiento a las empresas en sus procesos de transformación digital, entre otras acciones.

En Paraguay, el proceso de transformación digital parece estar más orientado hacia la integración y mejora de tecnologías existentes que al desarrollo de nuevas tecnologías, lo que refleja una visión de innovación amplia y adaptativa. El 80% de las firmas dice haber innovado en productos/servicios o procesos productivos en los últimos 5 años, pero sólo el 20% reconoce tener planes concretos y estar realizando acciones en I+D+i. La innovación en productos o procesos parece no ser percibida por las propias firmas como I+D+i tradicional, especialmente cuando se realiza de manera incremental o a través de la adaptación de tecnologías existentes. Los esfuerzos de innovación parecen sostenerse mediante otras prácticas más amplias —distintas a la típica inversión en I+D+i— que contribuyen a la agregación de valor o a la implementación de modelos de negocios 4.0.

Ejemplo de esto son el uso de plataformas de comercio electrónico (empleado por el 52% de las firmas encuestadas), la inversión en maquinarias y equipos (37%) y la contratación de servicios tecnológicos especializados (30%), entre otras acciones relevantes. En este contexto, las oportunidades de innovación de las empresas están estrechamente ligadas a las capacidades de los actores del ecosistema tecnológico, particularmente en el campo de las TICs, por lo que fortalecer su articulación puede contribuir de forma decisiva en la escalada tecnológica hacia el paradigma 4.0. Estos esfuerzos podrían potenciarse mediante la formación de clústeres o redes que integren universidades, centros de investigación y empresas, lo que facilitaría la transferencia de conocimientos y tecnologías, intercambio de mejores prácticas y difusión de casos de éxito, mayor cooperación, vínculo con potenciales proveedores, y socialización de herramientas de asistencia técnica para la transformación digital.

Por último, se recomienda organizar todos los esfuerzos en materia de medición y evaluación del impacto de las nuevas tecnologías en la industria paraguaya mediante la creación de un Observatorio. Este podría estar integrado por representantes del Ministerio de Industria y Comercio (MIC), Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTESS),



Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MITIC), de las organizaciones de trabajadores, de gremios empresariales y de la academia. Podría operar como una usina generadora de estudios, protocolos, plataformas, propuestas de política y regulaciones, con el objetivo de democratizar el acceso a nuevas tecnologías, garantizando igualdad de oportunidades y sostenibilidad en el proceso de transformación digital de la industria paraguaya. Entre sus tareas específicas podrían englobarse: monitorear y evaluar el desplazamiento sectorial de las ocupaciones, la creación/destrucción de puestos de trabajo y las necesidades cambiantes del mercado laboral, desarrollar estrategias conjuntas para enfrentar los desafíos laborales, monitorear y evaluar el avance de las nuevas tecnologías en la industria paraguaya, generar datos/encuestas/estudios sobre nivel de utilización de las tecnologías de la industria 4.0 en distintos sectores de la industria paraguaya, mapear proveedores de soluciones tecnológicas, identificar y difundir oportunidades de negocios en el ámbito digital, realizar estudios de mercado y prospectivos en el campo de las tecnologías industriales, y desarrollar una plataforma (*marketplace*) con información sobre oportunidades de negocios, potenciales demandantes y proveedores.

El Cuadro 7 presenta ejemplos de iniciativas de apoyo a la transformación digital de las empresas en los países de América Latina y el Anexo 5 ofrece un listado de acciones para poner en práctica cada una de estas recomendaciones de política.

#### Cuadro 7

##### **Experiencias de políticas y herramientas para la transformación tecnológica de las empresas de América Latina**

Desde hace varios años, la mayoría de los gobiernos de América Latina han incorporado en sus políticas de desarrollo productivo herramientas para acompañar a las empresas en sus procesos de transformación digital. En general, los ejes de estas políticas suelen organizarse en torno al desarrollo de talentos, el financiamiento de la inversión, la asistencia técnica y el acompañamiento para la gestión de nuevas tecnologías y modelos de negocios 4.0, y la promoción de la innovación y el desarrollo tecnológico, entre otros.

El BID desarrolló la herramienta de Chequeo Digital para las pymes de América Latina y el Caribe. Consiste en una autoevaluación gratuita y en línea que, a través de las respuestas a un cuestionario, permite a las empresas medir su madurez digital, obteniendo resultados inmediatos y recomendaciones personalizadas para aumentar su adopción tecnológica y el fomento de habilidades digitales. Esta herramienta está disponible en 17 países de



América Latina y el Caribe y más de 55.000 mipymes de la región han completado su chequeo digital. Los resultados obtenidos a través del Chequeo Digital no sólo es una herramienta útil para las empresas, sino que también representa una fuente de información para orientar las decisiones de política pública y los programas de apoyo. En Paraguay, esta herramienta se encuentra disponible a través del MIC.

Chile implementó en 2019 el programa “Digitaliza tu Pyme”, creado por el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MEFT), junto con la Corporación de Fomento (CORFO) y el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), en alianza con diversas instituciones públicas y privadas. Fue diseñado con el objetivo de insertar a las mipymes en la cuarta revolución industrial a través de la coordinación, monitoreo y escalamiento de iniciativas públicas de digitalización, mediante el uso de ciencia de datos e inteligencia artificial (Subsecretaría de Economía, 2022). El programa posee la “Agenda Digital Pyme”, una plataforma donde las empresas pueden buscar distintos tipos de actividades según sus necesidades y madurez digital. La oferta de servicios incluye charlas, talleres, conversatorios, asesorías, eventos, entre otros, vinculados a temas relevantes para la transformación digital y la exportación con un impulso dado por diversas becas (Aguirre y Gayá, 2024).

En Brasil, con el objetivo de avanzar en la inclusión digital de las mipymes y fomentar una cultura de innovación, la Secretaría Especial de Productividad y Competitividad del Ministerio de Economía de Brasil, con el apoyo de la Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial (ABDI), el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI) y el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE) crearon en 2021 la iniciativa “Brasil Mais”. De acuerdo con Aguirre y Gayá (2024) el mayor aporte del programa es la provisión de mentoría y acompañamiento personalizado a las pymes en las distintas etapas del programa de manera gratuita o a precio subsidiado. Asimismo, SEBRAE y SENAI ofrecen otras herramientas para la transformación digital de las pymes, incluyendo financiamiento de consultorías de innovación, capacitaciones virtuales, mentorías a cargo de especialistas, entre otras.

Los espacios de servicios de innovación compartidos, ya sea como iniciativas aisladas o bien, como parte de estrategias amplias, son esenciales para el impulso empresarial en las tecnologías 4.0. Por ejemplo, en México existen Centros de Innovación Industrial (CII), enmarcados en el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación (PROSOFT). Se trata de espacios semipúblicos de colaboración para mejorar la productividad a través del uso y adopción de tecnologías de la información y capacitaciones en temas relacionados con la Industria 4.0, IOT, realidad aumentada, uso de sensores, ciberseguridad, manufactura aditiva, simulación, predicción y herramientas de IA, entre otros. De acuerdo a los datos de la Secretaría de Economía de México, desde 2016, se crearon 41 CII en diversos puntos del país, algunos orientados a industrias específicas y otros que brindan soluciones a diversos sectores.



Otras medidas han estado orientadas al desarrollo de habilidades 4.0 de los trabajadores. BID Lab ha apoyado a Paraguay por medio de una cooperación técnica no reembolsable denominada “Talento Digital Avanzado para una Economía Digital, Inclusiva y Resiliente”, cuyo objetivo es mejorar la empleabilidad de los jóvenes paraguayos de 18 a 30 años en el sector tecnológico mediante la capacitación para el desarrollo de habilidades digitales a través de bootcamps de programación. En su primera edición, se postularon cerca de 500 jóvenes y se seleccionaron 100 que pasaron por un proceso de formación de más de 40 horas, dentro de los cuales el 50% fueron mujeres (CIRD, 2023). Actualmente, unos 30 jóvenes, se encuentran cursando una formación internacional en programación avanzada, para posteriormente insertarse en empresas tecnológicas.

Otro ejemplo es “Argentina Programa”, que ofrece de forma gratuita capacitaciones en programación, testing y habilidades digitales a personas de todas las edades mediante un proceso de selección previa. Los trayectos formativos fueron diseñados en forma conjunta por el Ministerio de Desarrollo Productivo y la Cámara Argentina del Software con base en perfiles laborales definidos por la industria. Las capacitaciones son virtuales (140 cursos ofrecidos) y dictadas por una red de 40 instituciones de todo el país. Actualmente son más de 80.000 las personas capacitadas por “Argentina Programa”.

En materia de financiamiento, en el 2022 el Ministerio de Desarrollo Productivo de Argentina, por intermedio de la Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y los Emprendedores (SEPYME), creó la Unidad de Transformación Digital en conjunto con la Universidad Nacional de Córdoba como parte del Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0. Este programa tiene como objetivo aumentar la productividad y competitividad de las pymes mediante la adopción de tecnologías y habilidades digitales y uno de sus pilares principales es el desarrollo de créditos para la financiación de la adquisición de bienes de capital, capacitaciones o para adoptar soluciones 4.0. Las líneas de crédito ofrecen condiciones mucho más convenientes que las de mercado: menores requerimientos de garantías, largos plazos para la devolución, 6 años de gracia sobre el capital y una tasa de interés bonificada por el Fondo Nacional de Desarrollo Productivo (FONDEP) en un 10%.

Los esfuerzos dirigidos a potenciar la industria 4.0 en Paraguay deben estar acompañados por el despliegue de una infraestructura tecnológica y de conectividad adecuada. Esto incluye garantizar el acceso a la infraestructura digital y a internet de alta velocidad en todo el territorio nacional, con un enfoque especial en áreas rurales y regiones menos desarrolladas.

En conclusión, el camino de Paraguay hacia la industria 4.0 es un viaje repleto de oportunidades y desafíos. La clave para un progreso sostenible y equitativo yace en un enfo-



que integrador que combine políticas públicas efectivas, inversión en capacitación y un compromiso firme hacia la innovación, tanto del sector industrial como del sector público. Es imperativo que las empresas, especialmente las más rezagadas, se comprometan activamente en este proceso, buscando constantemente adaptarse y evolucionar en un entorno tecnológico que cambia rápidamente. La transformación digital no es solo una meta, sino un camino continuo de aprendizaje, adaptación y crecimiento.

## Referencias

- Acemoglu, D. y Johnson, S. (2023). *Power and Progress: Our Thousand-Year Struggle over Technology and Prosperity*
- Alaimo, V., Alarcón, V., Hernández Ramírez, J.P., Kaplan, D., Novella, R., Chaves, M. N., (2022), Serie el Futuro del Trabajo en América Latina y el Caribe. Flexibilidad: Llegó para quedarse? Diciembre. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Albrieu, R., Basco, A. I., López, C. B., De Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., y Vienni, G. (2019). *Travesía 4.0: hacia la transformación industrial argentina*. BID INTAL <https://doi.org/10.18235/0001731>
- Alfonso Ruiz, F. J.; Martínez Caro, E. y Cegarra, J. G. (2018), "La transformación digital de los sistemas Lean a través de la Industria 4.0: un caso práctico". *Economía industrial*, (409), 25-35.
- Aguirre E. y Gayá R., (2024). Programas escalables para la transformación digital de las pymes con miras a la exportación", Documentos de Proyectos (LC/TS.2023/181), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Álvarez, F., y Toledo, M. (2022). Digitalización de las Pymes en América Latina. Caracas. Retrieved from <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1970>
- Basco, A., Beliz, G., Coatz, D. y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el futuro*. INTAL-BID y UIA, Julio de 2018.
- Basco, A. I., De Azevedo, B., Harraca, M., y Kersner, S. (2020). *América Latina en Movimiento: Competencias y Habilidades en la Cuarta Revolución Industrial*. BID INTAL.
- Basco, A. I., Lavena, C. (2021). *América Latina en Movimiento: Competencias y Habilidades en la Cuarta Revolución Industrial en el contexto de pandemia*. BID INTAL.
- Barafani, M., Verna, Á. B., Basco, A. I., Queijo, V., y Pietrafesa, F. (2020). *Travesía 4.0: hacia la adopción tecnológica uruguaya*. BID INTAL. <https://doi.org/10.18235/0002794>
- Cathles, A., Suaznabar, C., Vargas, F. (junio, 2022). Radiografía de la transformación digital en las firmas de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- CNI-Industria 2027 (2017). *Relatório Síntese da Pesquisa de Campo*. CNI. Proyecto presentado ante la Universidad de Rio de Janeiro y el Instituto de Economía de la Universidad de Campinas. [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/ee/6d/ee6d5b12-a1cb-4eba-9536-8e1cf83b51c2/relatorio\\_sintese\\_da\\_pesquisa\\_de\\_campo.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/ee/6d/ee6d5b12-a1cb-4eba-9536-8e1cf83b51c2/relatorio_sintese_da_pesquisa_de_campo.pdf)

- CNI (2018). INDUSTRY 2027 - Risks and Opportunities for Brazil in the face of disruptive innovations.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Encuesta de Innovación Empresarial. EIE 2021. [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u489/ENCUESTA-INNOVACION-EMPRESARIAL-INFORME-FINAL.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u489/ENCUESTA-INNOVACION-EMPRESARIAL-INFORME-FINAL.pdf)
- Dalio, M. A., García Zaballos, A., Iglesias, E. Puig Gabarró, P., Martínez Garza, R. (Marzo 2023). Desarrollo de habilidades digitales en América Latina y el Caribe: ¿Cómo aumentar el uso significativo de la conectividad digital? Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Desarrollo-de-habilidades-digitales-en-America-Latina-y-el-Caribe-Como-aumentar-el-uso-significativo-de-la-conectividad-digital.pdf>
- Feal-Zubimendi, S., y Ventura, J. (2023). El desafío de la formalización empresarial en Paraguay: causas, motivaciones y propuestas de política pública. <https://doi.org/10.18235/0004814>
- Feal-Zubimendi, S. (2023). Paraguay: transitando hacia el desarrollo sostenible. <http://dx.doi.org/10.18235/0005152>
- Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2013) The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin School
- Garnero, P., Ripani, L., y Merino, M. F. (2023). *América Latina en movimiento: Competencias y habilidades para la Cuarta Revolución Industrial en el contexto de pospandemia*. BIDINTAL <https://doi.org/10.18235/0005178>
- Herrera, I. (2023). Abierta Configuration Options El comercio electrónico en Paraguay: avances, proyecciones y desafíos. <https://doi.org/10.18235/0004784>
- Katz y Krueger (2019). Understanding Trends in Alternative Work Arrangements in the United States; Acemoglu y Restrepo (2018). Artificial Intelligence, Automation and Work.
- Motta J., Moreno H. y Ascúa R., (2019). "Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina", Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/93), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Rifkin, J. (2014). The zero marginal cost society: The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism. New York: St. Martin's Press.
- Sánchez Báez, E. A., Sanabria, D. D., y Paredes Romero, J. A. (2021). Impacto económico de la crisis COVID-13 sobre las MIPYMES en Paraguay.

- Subsecretaría de Economía (2022) "Reporte Evaluación Ex Ante de Diseño 2022", Santiago: Subsecretaría de Economía.
- Urquidi, M., Feal-Zubimendi, S., Serrate, L., y García, D. (2023). Mercado laboral y empleo en las micro, pequeñas y medianas empresas de Paraguay: efectos de la pandemia y la postpandemia de la COVID-19. <https://doi.org/10.18235/0005209>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. In *The Journal of Strategic Information Systems* (pp. 118-144). vol. 28 (2).



## Anexo 1. Cuestionario del relevamiento



### Encuesta sobre adopción de tecnologías 4.0 en Paraguay 2023

¡Gracias por acceder al cuestionario!

**Esta investigación forma parte del proyecto "Adopción de tecnologías 4.0. en Paraguay" una iniciativa del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Unión Industrial Paraguaya (UIP).**

**El proyecto tiene como objetivo identificar el uso actual y esperado de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en distintas áreas de la empresa, así como también los impactos de estas nuevas tecnologías en la demanda de trabajo.**

**La información suministrada es estrictamente confidencial. La divulgación o el acceso a los datos individuales están vedados.**

#### ACLARACIONES GENERALES

**En esta encuesta se mencionan distintas tecnologías. Puede ocurrir que alguno de los sistemas mencionados no aplique exactamente a su empresa. En este caso responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada en la encuesta.**

**Si Ud. requiere alguna aclaración en relación a las tecnologías a las que se hacen referencia, Ud. podrá consultar un glosario de tecnologías en el menú correspondiente.**

\* 1. ¿ A cuál de estos rubros pertenece su empresa?

- Alimentos y Bebidas (carnes, aceites, harinas, lácteos, tabaco, alim. procesados)
- Textil (hilados, tejidos y prendas de vestir)
- Cueros y Calzados
- Industria de la Madera y Muebles
- Fabricación papel y productos del papel
- Química y Farmacéutica (incluye plásticos)
- Siderurgia y Metalúrgica (extracción, tratamiento y fabricación de productos basados en metales y aleaciones)
- Metalmecánica (fabricación de máquinas , equipos, vehículos)
- Industria Manufacturera n.c.p.
- Construcción
- Otros rubros NO industriales, especificar (Ej: comercio minorista/mayorista, servicios financieros, seguros, inmobiliarios, transporte, etc.):



## BLOQUE 1. CARACTERIZACIÓN DEL USO ACTUAL Y ESPERADO DE LAS TECNOLOGÍAS

### RELACIÓN CON LOS PROVEEDORES

\* 2. Para relacionarse con PROVEEDORES, ¿Cuál es la tecnología más avanzada que la empresa utiliza en la ACTUALIDAD? ¿Cuál utilizará en un FUTURO PRÓXIMO?

*(Marque sólo una opción por columna) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.*

	Utiliza en la <b>ACTUALIDAD</b>	Utilizará <b>FUTURO PRÓXIMO</b> (en 10 años)
Transmisión de pedidos mediante el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transmisión de pedidos por medio electrónico uso de sistemas de intercambio electrónico de datos (EDI por sus siglas en inglés) y similares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soporte informático de los procesos de compras, stocks y pagos: uso de portales de compras y relaciones, catálogos electrónicos, Enterprise Resource Planning (ERP) para integrar la gestión de proveedores y similares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguimiento en tiempo real de pedidos y de logística de proveedores: uso de servicios web	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No sabe/ No responde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 3. Considerando la TECNOLOGIA que utilizará la empresa para relacionarse con PROVEEDORES en un FUTURO PRÓXIMO: ¿Qué acciones está realizando su empresa hoy para que eso ocurra en el futuro?.

*(Marque sólo una opción)*

- No está realizando ninguna acción.
- Está realizando estudios iniciales.
- Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.
- Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.
- No sabe/ No responde



**DESARROLLO DE PRODUCTOS**

\* 4. Para DESARROLLAR PRODUCTOS ¿Cuál es la tecnología más avanzada que su empresa utiliza en la ACTUALIDAD? ¿Cuál cree que utilizará en el FUTURO PRÓXIMO? (Marque sólo una opción por columna) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

	Utiliza en la ACTUALIDAD	Utilizará FUTURO PRÓXIMO (en 10 años)
Sistema de proyecto auxiliado por computadora / uso de Sistema CAD independiente / aislado y similares. Software para la generación de dibujos 2D y modelos 3D utilizados de forma aislada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema integrado de diseño, fabricación y cálculo de ingeniería con ayuda de software de CAD-CAM (Computer-Aided Manufacturing), CAE (Computer-Aided Engineering), CAPP (Computer-Aided Process Planning) y similares. Modelos 3D del CAD utilizados en la generación de programas de fabricación en el CAM y de cálculos de ingeniería en el CAE. Planificación del proceso de fabricación con ayuda de software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas integrados de gestión de datos del producto: Uso de PDM (Product Data Management) y / o PLM (Product Lifecycle Management), Prototipado rápido y similares. La información y los documentos creados a lo largo del desarrollo del producto se gestionan de forma central e integrada con control de acceso, cambios y versiones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas virtuales de desarrollo Virtual, simulación virtual de la fabricación y montaje y similares. Producto creado y evaluado virtualmente en sus más variados aspectos, incluyendo estudio ergonómico en la utilización y en la fabricación, simulación virtual de la fábrica y del montaje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No sabe / No desarrolla nuevos productos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 5. Considerando la TECNOLOGÍA que utilizará en un FUTURO PRÓXIMO para DESARROLLAR PRODUCTOS (la elegida en la pregunta anterior): ¿Qué acciones que están siendo tomadas por su empresa hoy para que eso ocurra en el futuro? (Marque sólo una opción)

- No está realizando ninguna acción.
- Está realizando estudios iniciales.
- Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.
- Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.
- No sabe/ No responde



### GESTIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

\* 6. Para realizar la gestión de los PROCESOS PRODUCTIVOS (la elegida en la pregunta anterior): ¿Cuál es la tecnología más avanzada que su empresa utiliza en la ACTUALIDAD? ¿Cuál cree que utilizará en el futuro?

(Marque sólo una opción por columna) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

	Utiliza en la ACTUALIDAD	Utilizará FUTURO PRÓXIMO (en 10 años)
Automatización simple (rígida) con máquinas no conectadas: Uso de máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC). Las máquinas operan aisladamente. Automatización simple y rígida.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procedimiento parcial o totalmente automatizado: uso de controlador rígido programable (o PLC por sus siglas en inglés), Robots, drones y similares. Proceso automatizado o parcialmente automatizado controlado por PLC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas integrados de ejecución de procesos: AGV (Vehículos de guiado automático); Identificación unitaria de productos (RFID, código QR, etc.); Control de los procesos en medios totalmente electrónicos ("sin papel"); Dispositivos móviles en el control de los procesos y similares. Gestión de los procesos con seguimiento de las órdenes y de las actividades ejecutadas, así como del flujo de materiales utilizados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicación M2M (de máquina a máquina) u otros sistemas inteligentes: uso de modelos virtuales para los procesos (gemelos digitales); Sensores con recopilación de datos y ajustes en tiempo real; Comunicación M2M; Robots colaborativos; GPS interior (IPS); Realidad aumentada; Posibilidad de intercambio de información entre máquinas y entre máquinas y componentes; gestión dinámica del sistema de producción en tiempo real.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No sabe/ No responde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 7. Considerando la TECNOLOGÍA que utilizará en un FUTURO PRÓXIMO para GESTIONAR PROCESOS PRODUCTIVOS (la elegida en la pregunta anterior): ¿Qué acciones que están siendo tomadas por su empresa para que eso ocurra en el futuro?

(Marque sólo una opción)

- No está realizando ninguna acción.
- Está realizando estudios iniciales.
- Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.
- Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.
- No sabe/ No responde



### RELACIÓN CON CLIENTES - CONSUMIDORES

\* 8. Para relacionarse con CLIENTES-CONSUMIDORES ¿Cuál es la tecnología más avanzada que su empresa utiliza en la ACTUALIDAD? ¿Cuál cree que utilizará en un FUTURO PRÓXIMO (en 10 años) ?

*(Marque sólo una opción por columna) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.*

	Utiliza en la <b>ACTUALIDAD</b>	Utilizará en un <b>FUTURO PRÓXIMO (en 10 años)</b>
Ejecución de registros y contratos mediante el uso de teléfono, fax o correo electrónico y similares.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatización de las ventas: uso de CRM (Customer Relationship Management) y similares. Bases de datos de clientes; registro de contactos y acciones; soporte para los procesos de ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema integrado para múltiples canales y soporte basado en internet: uso de CRM integrado para múltiples canales; soporte para las ventas con dispositivos móviles; integración con redes sociales; soporte para análisis de datos (data analytics y similares).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitoreo y gestión del ciclo de vida de los clientes: utilización de dispositivos conectados para el monitoreo y recolección de datos de utilización de productos y servicios a lo largo del ciclo de vida; definición de acciones basadas en el uso del producto; uso de sensores para la recolección de datos de productos / servicios; productos / servicios conectados en Internet; análisis y oferta de servicios basados en el uso (por ejemplo, monitoreo del producto en uso para determinar el mantenimiento requerido); Inteligencia Artificial en la atención (por ejemplo, respuesta automática) y similares.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No sabe/ No responde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 9. Considerando la TECNOLOGÍA que utilizará en un FUTURO PRÓXIMO para relacionarse con los CLIENTES-CONSUMIDORES (la elegida en la pregunta anterior): ¿Qué acciones que están siendo tomadas por su empresa hoy para que eso ocurra en el futuro?

*(Marque sólo una opción)*

- No está realizando ninguna acción.
- Está realizando estudios iniciales.
- Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.
- Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.
- No sabe/ No responde



**GESTIÓN DE LOS NEGOCIOS**

\* 10. Para GESTIONAR los NEGOCIOS ¿Cuál es la tecnología más avanzada que su empresa utiliza en la ACTUALIDAD? ¿Cuál cree que utilizará en un FUTURO?  
 (Marque sólo una opción por columna) Recuerde que si alguno de los sistemas mencionados no aplica exactamente a su empresa, por favor responda pensando en el sistema de su empresa que más se asemeja a la tecnología listada.

	Utiliza en la <b>ACTUALIDAD</b>	Utilizará <b>FUTURO PRÓXIMO</b> (en 10 años)
Sistemas de información independientes específicos por departamento / área de la empresa, sin integración: uso de software independiente y sin integración. Sistemas de información independientes específicos por departamento / área de la empresa, sin integración.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas compuestos por módulos y base de datos integrados: uso de ERP (Enterprise Resource Planning) y similares. Sistemas integrados de gestión empresarial compuestos por módulos y base de datos integrados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plataforma web con bases de datos para apoyar análisis de negocio: uso de ERPs avanzados, data warehouse y business intelligence y similares. Sistemas de gestión empresarial en plataforma web; base de datos para apoyar análisis de negocio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos de negocio automatizados con apoyo de Inteligencia Artificial : Uso de Big Data Analytics e Inteligencia Artificial aplicada a los procesos. Recolección, almacenamiento y análisis de gran cantidad de datos. Toma de decisiones considerando el análisis integrado de múltiples fuentes de datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No sabe/ No responde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 11. Considerando la TECNOLOGÍA que utilizará en un FUTURO PRÓXIMO para GESTIONAR el NEGOCIO (la elegida en la pregunta anterior): ¿Qué acciones que están siendo tomadas por su empresa hoy para que eso ocurra en el futuro?  
 (Marque sólo una opción)

- No está realizando ninguna acción.
- Está realizando estudios iniciales.
- Definió proyectos o tiene plan de acción formal, pero aún no ha iniciado la implementación.
- Ya está implementando acciones o iniciativas en el marco de un plan o conjunto de proyectos.
- No sabe/ No responde



### PROCESO de TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA

\* 12. Pensando en la TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA ¿qué opción describe mejor el ESFUERZO que está realizando su empresa en la ACTUALIDAD?

(Marque una opción por fila) - Responda pensando en las acciones que actualmente está llevando adelante la empresa.

	No está realizando ninguna acción	Están realizando estudios iniciales	Tienen planes de acción formales pero todavía no se implementaron	Tienen planes de acción formales y los están implementando	No sabe/ No responde
Capacitación / entrenamiento de los trabajadores en la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacitación / entrenamiento de los trabajadores a través de las cámaras empresarias, universidades u otras instituciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incorporación empleados con habilidades asociadas a las nuevas tecnologías	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contratación de empresas de servicios especializadas en tecnologías digitales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inversión en capital fijo (máquinas y equipos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Investigación, desarrollo e innovación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otras Cuáles?					



**\* 13. Pensando en los múltiples OBSTÁCULOS que enfrenta su empresa para ADOPTAR nuevas TECNOLOGÍAS ¿cuáles son los dos principales problemas?**

*Lea detenidamente todo el listado y luego seleccione dos obstáculos; señale cuál es el PRIMERO o más IMPORTANTE, y cuál es el SEGUNDO más importante.*

	Primero más importante	Segundo más importante
Escasa competencia en el mercado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de acceso a financiamiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de recursos humanos adecuados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cultura de la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desconocimiento de la oferta tecnológica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plazos muy largos para amortizar la inversión	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificultad para estimar los beneficios económicos de la inversión en nuevas tecnologías	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escala de producción requerida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alta inversión inicial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dependencia de la tecnología a incorporar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desconocimiento de posibles proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inadecuada infraestructura para conexiones digitales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema Regulatorio/Restricciones regulatorias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ninguno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No sabe/ No responde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Otro ¿Cuál? (y diga si es PRIMERO o SEGUNDO más importante)



## BLOQUE 2 CAMBIOS EN LA DEMANDA DE HABILIDADES Y COMPETENCIAS LABORALES

### CONTRATACIÓN DE PERSONAL

**El uso de tecnologías digitales impacta en las decisiones de la empresa tanto en términos de cantidad de personal requerido como de habilidades que se espera tengan/desarrollen las personas para trabajar/gestionar. En este bloque indagamos sobre las características de dichos cambios.**

\* 14. Pensando en los 2 ÚLTIMOS AÑOS, a la hora de CONTRATAR PERSONAL en su empresa ¿Qué tan importantes fueron las siguientes HABILIDADES?

(marque una opción para cada habilidad)

	Muy importante	Algo importante	Poco importante	Nada importante	No sabe/ No responde
<b>Habilidades blandas</b> (capacidad para trabajar en equipo, flexibilidad, buena comunicación, autoorganización, etc.)	<input type="radio"/>				
<b>Habilidades asociadas a la interacción Personas-Computadoras</b> (habilidades digitales básicas, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías de baja o mediana complejidad)	<input type="radio"/>				
<b>Habilidades STEM</b> (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)	<input type="radio"/>				
<b>Habilidades en tareas repetitivas y/o manuales</b> (operaciones de planta, ensamblaje, contabilidad, etc.)	<input type="radio"/>				



\* 15.

Pensando en los PRÓXIMOS 5 AÑOS, a la hora de CONTRATAR PERSONAL en su empresa ¿qué tan importantes cree que serán los siguientes tipo de HABILIDADES?

(marque una opción para cada habilidad)

	Muy importante	Algo importante	Poco importante	Nada importante	No sabe/ No responde
<b>Habilidades blandas</b> (capacidad para trabajar en equipo, flexibilidad, buena comunicación, autoorganización, etc.)	<input type="radio"/>				
<b>Habilidades asociadas a la interacción Personas-Computadoras</b> (habilidades digitales básicas, diseño, adaptación y uso de nuevas tecnologías de baja o mediana complejidad)	<input type="radio"/>				
<b>Habilidades STEM</b> (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)	<input type="radio"/>				
<b>Habilidades en tareas repetitivas y/o manuales</b> (operaciones de planta, ensamblaje, contabilidad, etc.)	<input type="radio"/>				



\* 16. Pensando en los 2 ÚLTIMOS AÑOS, a la hora de CONTRATAR PERSONAL en su empresa ¿En qué medida fueron Importantes los siguientes tipos de habilidades?

(marque una opción para cada habilidad)

	Muy importante	Algo importante	Poco importante	Nada importante	No sabe/ No responde
Habilidades para el manejo de Internet de las Cosas / Internet industrial	<input type="radio"/>				
Habilidades para el manejo de bases de datos de gran tamaño (big data)	<input type="radio"/>				
Habilidades para mantenimiento preventivo de equipo y procesos	<input type="radio"/>				
Habilidades relacionadas con tecnologías aplicadas al manejo de stock y logística	<input type="radio"/>				
Habilidades para el uso de impresoras 3D / otras formas de manufactura aditiva	<input type="radio"/>				
Habilidades para el uso de computación y/o servicios en la nube	<input type="radio"/>				
Habilidades para programar/interactuar con sensores inteligentes	<input type="radio"/>				
Habilidades para programar/interactuar con Robótica avanzada	<input type="radio"/>				
Manejo de la seguridad de los datos digitales de la empresa (ciberseguridad)	<input type="radio"/>				
Conocimientos en Inteligencia Artificial /machine learning	<input type="radio"/>				
Conocimientos para interactuar con sistemas de realidad aumentada	<input type="radio"/>				

Otras habilidades, cuáles?



\* 17. Y pensando en los PRÓXIMOS 5 AÑOS, a la hora de CONTRATAR PERSONAL ¿cuán importantes cree que serán las siguientes habilidades?

(marque una opción para cada habilidad)

	Muy importante	Algo importante	Poco importante	Nada importante	No sabe/ No responde
Habilidades para el manejo de Internet de las Cosas / Internet industrial	<input type="radio"/>				
Habilidades para el manejo de bases de datos de gran tamaño (big data)	<input type="radio"/>				
Habilidades para mantenimiento preventivo de equipo y procesos	<input type="radio"/>				
Habilidades relacionadas con tecnologías aplicadas al manejo de stock y logística	<input type="radio"/>				
Habilidades para el uso de impresoras 3D / otras formas de manufactura aditiva	<input type="radio"/>				
Habilidades para el uso de computación y/o servicios en la nube	<input type="radio"/>				
Habilidades para programar/interactuar con sensores inteligentes	<input type="radio"/>				
Habilidades para programar/interactuar con Robótica avanzada	<input type="radio"/>				
Manejo de la seguridad de los datos digitales de la empresa (ciberseguridad)	<input type="radio"/>				
Conocimientos en Inteligencia Artificial /machine learning	<input type="radio"/>				
Conocimientos para interactuar con sistemas de realidad aumentada	<input type="radio"/>				

Otras habilidades, cuáles?



\* 18. Frente a la automatización/transformación digital en su empresa ¿Cuál fue el impacto en la dotación de personal en cada una de las siguientes áreas?

(marque una opción para cada área)

	Hay mayor dotación de personal	Hay igual dotación de personal	Hay menor dotación de personal	No sabe/ No responde
Atención a los clientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relación con los proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tareas de Mantenimiento de equipos y sistemas de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tareas vinculadas con la gestión del stock	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tareas vinculadas con logística y distribución de productos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión de recursos humanos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión y aseguramiento de la calidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desarrollo de procesos e, innovación I +D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing, investigación de mercados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerencia y dirección de empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Total empleados de la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



\* 19. ¿Cuál cree que será el impacto que tendrá la automatización/transformación digital en la dotación de personal en las siguientes áreas de la empresa en los próximos 5 años?

(marque una opción por fila) Conteste de acuerdo con lo que espera para su empresa en 5 años en relación a hoy

	Habrá mayor dotación de personal	Habrá igual dotación de personal	Habrá menor dotación de personal	No sabe/ No responde
Atención a los clientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relación con los proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tareas de Mantenimiento de equipos y sistemas de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tareas vinculadas con la gestión del stock	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tareas vinculadas con logística y distribución de productos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión de recursos humanos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión y aseguramiento de la calidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desarrollo de procesos e, innovación I +D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing, investigación de mercados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerencia y dirección de empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Total empleados de la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**BLOQUE 3 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ENTREVISTADO****DATOS DE LA EMPRESA**

**Le recordamos que la información suministrada es estrictamente confidencial. La divulgación o el acceso a los datos individuales están vedados.**

\* 20. Cantidad de empleados de la empresa a fines de 2022

\* 21. Cantidad de empleados de la empresa por tipo de contratación a fines de 2022 (sólo construcción):

(en números)

Contrato permanente:

Contrato a término:

\* 22. ¿Cuántos empleados poseen títulos académicos en ciencias exactas y naturales, tecnología, ingeniería y matemáticas? Responda detallando por género

(en números)

Hombres

Mujeres

\* 23. ¿A qué categoría pertenece su empresa?

(elija una opción)

- Micro empresa: 1 a 10 personas ocupadas / Ingresos anuales menores a 646 millones de Gs.
- Pequeña empresa: hasta 30 personas ocupadas / Ingresos anuales menores a 3.230 millones de Gs.
- Mediana empresa: hasta 50 personas ocupadas / Ingresos anuales menores a 7.752 millones de Gs.
- Grande: más de 50 personas ocupadas / Ingresos anuales mayores a 7.752 millones de Gs.

\* 24. Antigüedad de la empresa: ¿En qué fecha comenzó a funcionar esta empresa?

(escriba la fecha)

DD/MM/YYYY

Fecha



\* 25. Actividad principal: Cuál es el área que representa la mayor proporción de las ventas totales de esta empresa (arquitectura, ingeniería, montaje, vial, etc.)

(escriba el área)

\* 26. Porcentaje de las ventas en mercado interno o de exportación (pensando en lo vendido en el año 2022)

(escriba sólo el número) Ejemplo: para 40%, escriba sólo 40. Debe sumar 100 entre las dos respuestas

Local

Exportación

\* 27. ¿Cuáles fueron los mercados de destino de exportación en 2022?

(marque todos los que correspondan)

- Mercosur
- Resto de América Latina
- EEUU y Canadá
- Europa
- Asia
- Africa
- Oceanía

\* 28. ¿A cuál o cuáles de los siguientes mercados tiene pensado expandir sus exportaciones en los próximos dos años?

(marque todos los que correspondan)

- Mercosur
- Resto de América Latina
- EEUU y Canadá
- Europa
- Asia
- Africa
- Oceanía



\* 29. ¿Vende a través del comercio electrónico o plataformas digitales (marketplace)?

(elija una opción)

Sí

No

\* 30. ¿Exporta a través del comercio electrónico o plataformas digitales (marketplace)?

(elija una opción)

Sí

No

\* 31. ¿Tiene su empresa proveedores de software paraguayo?

(elija una opción)

Sí

No

No tengo proveedor de software

\* 32. ¿Buscaría proveedores paraguayos de Software para potenciar el desarrollo de su empresa?

(elija una opción)

Sí

No

\* 33. ¿Cómo se distribuye el control accionario?

(escriba en números enteros). Por ejemplo para 40%, escriba 40. Las respuestas deben sumar 100.

Capitales nacionales

Capitales extranjeros

Mixtos



\* 34. En los ÚLTIMOS 3 AÑOS su empresa ¿Introdujo al mercado un producto o servicio nuevo o mejoró de forma significativa un producto o servicio que ya vendía?

(elija una opción)

- Si  
 No

\* 35. En los ÚLTIMOS 3 AÑOS su empresa ¿Implementó un nuevo proceso en su actividad o mejoró de forma significativa un proceso ya existente?

(elija una opción)

- Si  
 No

\* 36. ¿Podría comentarnos qué proyectos innovadores asociados a las nuevas tecnologías está llevando a cabo su empresa?

(Escriba libremente)

\* 37. ¿Cuál es su cargo en la empresa?

(escriba libremente)

\* 38. E-mail:

(escriba su e-mail)

\* 39. Teléfono

(escriba sin guiones)

40. ¿Desea compartir algún comentario en relación a los temas tratados en esta encuesta?

(escriba libremente)



## Anexo 2. Sectores seleccionados

Los sectores industriales a incluir en este estudio se seleccionaron en base con datos del CEN 2011, que es el último censo económico disponible en Paraguay. Para estimar la representatividad y alcance de cada sector, se sumaron todas las actividades seleccionadas y se calculó la participación agregada (representación total) en términos de unidades productivas, empleo y aporte al producto bruto industrial. Esto último fue estimado con base en los ingresos por suministro de bienes y servicios de cada actividad.

Cabe destacar que, en el caso de las actividades de Fabricación de papel y productos de papel, no están contempladas en el CEN 2011, pero el MIC estima que estas representan aproximadamente el 6% del producto industrial del país, por lo que fueron incorporadas al análisis. Considerando estas estimaciones, se construyó la Tabla 10, en la que se muestran los totales por sector, contruidos a partir de la sumatoria de las actividades que la integran.

Tabla A2.1

### Estimación de las unidades económicas, empleo y PIB industrial de los sectores seleccionados

Sectores seleccionados	Unidades			Participación porcentual		
	Unidades económicas	Empleo <sup>(*)</sup>	PBI Industrial <sup>(**)</sup>	Unidades económicas	Empleo	PBI Industrial
Alimentos y bebidas	3.099	38.825	18.614.214.338	13%	25%	38%
Química y farmacéutica	720	12.142	4.414.252.649	3%	8%	9%
Metalmecánica	1.833	19.819	1.797.642.513	7%	13%	4%
Siderurgia y metalúrgica	3.329	11.657	2.341.782.146	13%	8%	5%
Madera y muebles	5.021	17.878	1.372.212.562	20%	12%	3%
Textil	4.499	16.184	1.027.728.017	18%	11%	2%
Fabricación de papel y productos papel <sup>(***)</sup>	1.235	6.788	2.692.271.848	5%	4%	6%
Cueros y calzados	726	5.064	1.420.128.850	3%	3%	3%
Otras industrias manufactureras	675	1.633	73.248.070	3%	1%	0%
Construcción	1.953	14.077	2.337.783.027	8%	9%	5%
<b>TOTAL SECTORES SELECCIONADOS</b>	<b>23.090</b>	<b>144.067</b>	<b>36.091.264.020</b>	<b>93%</b>	<b>94%</b>	<b>74%</b>
Total según Censo	24.704	152.764	48.950.397.229	100%	100%	100%

Notas:

(\*) Personal ocupado (en cantidad de trabajadores)

(\*\*) Ingresos por suministro de bienes

(\*\*\*) Estimación propia en base a datos del Ministerio de Industria



La anexión de las actividades económicas por sectores fue realizada de acuerdo a la Clasificación Nacional de Actividades Económicas del Paraguay (CNAEP) del INE, como se muestra en la Tabla A2.2.

Tabla A2.2

## Composición por subsectores seleccionados y código de actividad (4 dígitos)

Sector	Subsector	Código 4 dígitos	
Alimentos y bebidas	Producción de carne	1010	
	Elaboración de aceites	1040	
	Producción de lácteos	1050	
	Molinería y panadería		1061
			1090
	Azúcar	1092	
	Otros productos alimenticios		1020
			1030
			1062
			1070
			1093
			1094
			1095
			1096
	Bebidas y tabaco		1097
			1111
			1112
			1113
			1121
			1129
	1200		



Sector	Subsector	Código 4 dígitos
Textil	Fabricación de hilados, tejidos y acabados	1311
		1312
		1313
		1391
		1392
	Fabricación de prendas y productos textiles	1393/9
		1410
		1420
		1430
	Curtido y adobo de cueros	Cuero y calzado
Madera y corcho	Industria de la madera y muebles	1516
	Fabricación de muebles	2231
Fabricación de papel y de productos de papel	Papel y productos del papel	1617
	Actividades de impresión y servicios de apoyo; reproducción de grabaciones	1618
Química y farmacéutica	Sustancias y productos químicos	1719
	Fabricación de sustancias y productos químicos	1720
	Fabricación de productos de caucho y plástico	1722
	Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	1721
Siderurgia y metalúrgica	Metales y productos metálicos	1924
	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinarias y equipos	2025
Metalmecánica	Fabricación de equipos informáticos, electrónicos y ópticos	2126
	Fabricación de maquinaria y equipos eléctricos	2127
	Fabricación de maquinaria y equipos n.c.p.	2128
	Fabricación de vehículos automotores, remosques y semirremosques	2129
	Fabricación de otros equipos de transporte n.c.p.	2130
	Mantenimiento, reparación e instalación de máquinas y equipos	2232
Manufacturera	Industrias manufactureras n.c.p.	2233
Construcción	Viviendas, edificios, agropecuarias, obra civil y de ingeniería	265-271

Fuente: elaboración propia con base en CNAEP del INE.



### Anexo 3. Diseño muestral

Sobre la base de contactos con cobertura nacional brindada por el MIC (3.600 unidades productivas) y la UIP (232 unidades productivas), se realizó una primera depuración de las firmas considerando únicamente aquellos registros que correspondían a los sectores de interés. Luego, se quitaron aquellos registros sin dirección de correo electrónico o sin teléfono de contacto, quedando una base de datos con una población total de 2.000 empresas.

Se calculó el tamaño óptimo de la muestra en 150 empresas (con una confianza de 95% y una probabilidad de éxito/fracaso de 50%) y un error estándar de 6,39%, con base en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1-p)}{(N-1) \times E^2 + Z^2 \times p \times (1-p)}$$

Donde:

- \*  $n$  = Tamaño de la muestra
- \*  $N$  = Tamaño de la población
- \*  $Z$  = Valor  $Z$  para el nivel de confianza deseado (para un nivel de confianza del 95%,  $Z \approx 1.96$ )
- \*  $E$  = Error máximo aceptable, expresado como fracción (en este caso,  $E = 0.0639$ )
- \*  $p$  = Proporción estimada de la característica que se está estudiando (en este caso, la proporción de empresas industriales que se espera que participen en la encuesta)

Para establecer la representatividad de los sectores, se eligió el criterio empleo, estimado como el aporte que realiza cada sector individualmente al total del empleo generado por los sectores de interés. Para establecer la representatividad de las empresas por tamaño (micro y pequeña, medianas y grandes), se utilizó el criterio de unidades económicas por tamaño y sector con base en el Cuadro 11 del Censo Económico Nacional de 2011. Se agruparon los datos de los sectores seleccionados (mediante suma de cada una de las actividades que integran el sector, y promediando los valores de la participación de cada tamaño en el total)<sup>29</sup> (Tabla 12).

29 Por ejemplo, en el sector Alimentos y Bebidas se agruparon la cantidad de unidades productivas por tamaño correspondientes a las siguientes tres actividades: Elaboración de productos alimenticios; Elaboración de bebidas; Elaboración de productos de tabaco. Sin embargo, las micro y pequeñas empresas representan el 80% de las unidades productivas en la elaboración de productos alimenticios; el 70% en la elaboración de bebidas y el 84% en la elaboración de productos de tabaco. Por lo tanto, se estima que las empresas micro y pequeñas deben representar —en promedio— el 78% del total de las unidades productivas en el sector de Alimentos y Bebidas.



Tabla A3.1

**Participación de las unidades productivas por tamaño y sector**  
 (% de empresas)

Sector	Participación en la muestra	Participación por tamaño en el sector		
		Micro y pequeñas	Medianas	Grandes
Alimentos y bebidas	27%	78%	9%	13%
Química y farmacéutica	8%	59%	15%	27%
Metalmecánica	14%	77%	13%	11%
Siderurgia y metalúrgica	8%	84%	5%	10%
Madera y muebles	12%	92%	6%	2%
Textil	11%	95%	4%	1%
Fabricación de papel y productos papel	4,7%	43%	14%	43%
Cueros y calzados	4%	90%	7%	2%
Otras industrias manufactureras	1%	95%	5%	0%
Construcción	10%	81%	11%	8%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>			

Fuente: elaboración propia con base en datos del CEN 2011 y del MIC.

A partir del relevamiento, se obtuvieron un total de 167 respuestas. Se eliminaron 15 porque los formularios estaban parcialmente incompletos o mostraban inconsistencias importantes en las respuestas (por ejemplo, muchas respuestas No Sabe/No responde en preguntas clave, como el tipo de tecnología que utiliza la empresa en cada área funcional). En consecuencia, se trabajó sobre un total de 152 respuestas. Finalmente, la muestra original fue ponderada de acuerdo al criterio de participación del sector en el empleo y tamaño de las unidades productivas según empleo, utilizando los ponderadores presentados en la Tabla 14, que fueron estimados a partir de las participaciones calculadas en la Tabla A3.1.



Tabla A3.2

**Ponderadores por sector de actividad y tamaño de las firmas**

Sector	Unidades productivas	Micro y pequeñas	Medianas	Grandes
Alimentos y bebidas	0,80	1,45	0,25	0,37
Química y farmacéutica	0,43	0,68	0,32	0,26
Metalmecánica	1,61	3,20	1,34	0,37
Siderurgia y metalúrgica	1,23	3,45	0,67	0,21
Madera y muebles	1,89	8,71	0,27	0,09
Textil	1,90	4,05	0,33	0,07
Fabricación de papel y productos papel	1,02	1,02	1,02	1,02
Cueros y calzados	1,07	2,41	0,20	0,13
Otras industrias manufactureras	0,57	0,82	0,00	0,01
Construcción	1,06	2,00	0,80	0,21

Fuente: elaboración propia con base en los datos presentados en la Tabla A3.1.

Como resultado, la composición de la muestra ponderada es la presentada en la Tabla A3.3. Puede notarse la importancia de tres sectores: fabricación de alimentos y bebidas (27% del total); industria química y farmacéutica (14%); y la construcción (12%). Con relación al tamaño, el 80% de las empresas son micro y pequeñas; el 9% son medianas; y el 11% son grandes empresas.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Por rigor metodológico no es conveniente estilizar los resultados de forma desagregada por sector de actividad industrial y tamaño de las firmas cuando estos se basan pocas observaciones. Por lo tanto, a nivel sectorial, sólo se generalizan las conclusiones para el caso de alimentos y bebidas (51 firmas relevadas, 41 firmas en la muestra ponderada).



Tabla A3.3

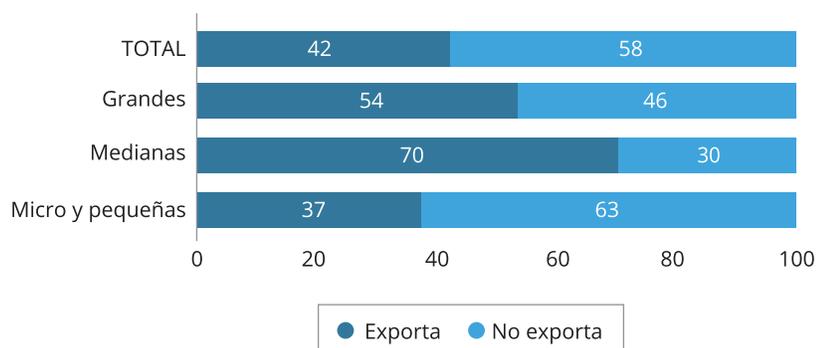
**Composición de la muestra ponderada por sector y tamaño de las empresas**  
 (cantidad de empresas)

Sector	Cantidad de empresas				Participación del sector
	Micro y pequeñas	Medianas	Grandes	TOTAL	
Alimentos y bebidas	32	4	6	41	27%
Construcción	12	2	1	15	10%
Cueros y calzados	5	0	0	5	4%
Fabricación de papel y productos papel	3	1	3	7	5%
Madera y muebles	17	1	0	19	12%
Metalmecánica	16	3	2	21	14%
Otras industrias manufactureras	2		0	2	1%
Química y farmacéutica	8	2	3	13	8%
Siderurgia y metalúrgica	10	1	1	12	8%
Textil	16	1	0	17	11%
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>121</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>152</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se segmentó a las firmas por su condición exportadora.

Gráfico A3.1

**Composición de la muestra ponderada según condición exportadora y tamaño de las firmas**  
 (en % de empresas)


Fuente: elaboración propia con base en datos de la Encuesta BID y UIP, 2023.



## Anexo 4. Metodología para la definición de los clústeres

La metodología que se describe en esta sección y que fue utilizada para el agrupamiento de las firmas en clústeres fue desarrollada por Albrieu et al. (2018).

### Índice de adopción

El estado tecnológico de cada firma se representa por el índice de adopción tecnológica,  $A_i$ . El índice para la empresa  $i$  toma el valor del promedio de las generaciones tecnológicas que emplea la firma en cada una de las cinco áreas funcionales.

Índice  $A_i$  está dado por la siguiente fórmula:

$$A_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 G_j^i \quad (1)$$

donde  $G_j^i$  es la variable que indica la generación tecnológica que la empresa  $i$  utiliza en el área funcional  $j$ . Esta variable toma el valor 1 para la primera generación tecnológica y asciende con valores enteros por generación hasta alcanzar 4 para la cuarta generación. En consecuencia,  $A_i$  toma valores entre 1 y 4, reflejando la generación tecnológica promedio de la empresa  $i$ .

### Índice de dinamismo

Para cuantificar las acciones que están emprendiendo las firmas para cerrar la brecha tecnológica en los próximos 10 años, se utiliza el índice de dinamismo,  $C_i$ . La brecha tecnológica se define como la distancia entre la frontera tecnológica y la generación tecnológica, que actualmente predomina en las áreas funcionales de la firma.

El índice  $C_i$  está dado por la siguiente fórmula:

$$C_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 \frac{F_j^i - G_j^i}{4 - G_j^i} \times \frac{D_j^i}{4} \quad (2)$$

donde  $F_j^i$  representa la generación tecnológica que la empresa  $i$  espera usar en diez años en el área funcional  $j$  y  $D_j^i$  las acciones que la empresa  $i$  está tomando en el área  $j$  para



adoptar nuevas tecnologías. Al igual que  $G_j^i$ ,  $F_j^i$  toma valores enteros entre 1 y 4 según la generación tecnológica declarada en el área funcional  $j$ . Adopta el valor 0 cuando la firma responde no estar llevando a cabo ninguna acción para alcanzar la generación tecnológica que prevé tener dentro de 10 años; 2 cuando declara estar haciendo estudios iniciales; 3 cuando definió proyectos, pero todavía no los ha implementado; y 4 cuando contesta estar implementando las acciones.

El denominador  $4-G_j^i$  de la expresión (2) cuantifica la brecha tecnológica existente en el área funcional  $j$  y el numerador  $F_j^i - G_j^i$  hace lo propio con lo que la firma espera cerrar esa brecha en los próximos diez años. Por su parte, el término  $D_j^i/4$  opera como un factor de escala que pondera el porcentaje de la brecha que se planea cerrar en los próximos 10 años de acuerdo a las acciones concretas que se están tomando con ese objetivo.

Así, por ejemplo, si la firma  $i$  declara poseer tecnología de primera generación en el área funcional  $j$  ( $G_j^i=1$ ), planea moverse a una tecnología de tercera generación en diez años ( $F_j^i=3$ ) y declara haber definido un plan concreto para tal fin, pero aún no lo está implementando ( $D_j^i=3$ ), si lo mismo ocurriese con las otras cuatro áreas funcionales, el índice reportaría un valor de 0,5.

En todos los casos, las respuestas No Sabe/No contesta fueron asimiladas a valores más bajos de su categoría y reemplazadas por 0. Por ejemplo, para una empresa con tecnologías de tercera generación en cuatro dimensiones funcionales y un NS/NR en una dimensión funcional, su índice de adopción tecnológica fue calculado como  $A = (3+3+3+3+0)/5 = 2,4$ . Lo mismo se asume para las acciones que están emprendiendo para cerrar la brecha, es decir, las respuestas NS/NR fueron asimiladas a 0, como si la empresa no estuviese tomando ninguna acción. Esta decisión metodológica no es neutral, dado que implica cierta penalización a las empresas con respuestas NS/NR, aunque es considerada preferible frente a la opción alternativa de dejar fuera del análisis de clústeres a empresas con más de una respuesta NS/NC, lo que hubiese implicado trabajar con menos del 50% de los registros.



### Criterios para la clusterización

- **Cóndores:** firmas de tecnología avanzada, que utilizan en promedio tecnologías de tercera generación o cuarta generación. Se considera que la firma  $i$  pertenece al grupo de cóndores si:

$$✓ A_i \geq 2,5$$

- **Alpinistas:** empresas que utilizan tecnologías intermedias o están llevando a cabo acciones concretas para cerrar la brecha tecnológica. Se considera que la firma  $i$  pertenece al grupo de alpinistas si:

$$✓ A_i \leq 2,4$$

$$✓ A_i \geq -\frac{10}{3}(C_i)^2 - \frac{1}{3}C_i + 2,4$$

- **Trekkers:** empresas que utilizan tecnologías relativamente más atrasadas (de primera y segunda generación). Se considera que la firma  $i$  pertenece al grupo de trekkers si:

$$✓ A_i \leq 1,4$$

$$✓ C_i \leq 0,5$$

- ✓ En ninguna de sus áreas funcionales tiene tecnología superior a las de segunda generación.

Las empresas que no reúnen los criterios para formar parte de ninguno de los tres grupos mencionados, son sometidas a una metodología de clusterización que, mediante el algoritmo k-vecinos cercanos, permite reasignarlas por proximidad a alguno de estos grupos. 36 de las 152 observaciones de la muestra debieron ser sometidas a este algoritmo para determinar su proximidad y grupo de pertenencia.



## Anexo 5. Matriz de recomendaciones de política y acciones sugeridas

### 1. Mayor difusión de las tecnologías 4.0. entre las empresas industriales de Paraguay

Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p>1.1. Incentivos financieros y fiscales para la adopción tecnológica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Diseño de programas de crédito específicos:</b> crear programas de crédito con condiciones favorables (como bajos intereses, periodos de gracia y plazos de pago extendidos) dirigidos específicamente a inversiones en tecnología. Estos programas pueden ser administrados por bancos de desarrollo o instituciones financieras con apoyo gubernamental.</li> <li>- <b>Subvenciones y ayudas directas:</b> ofrecer subvenciones o ayudas directas a las empresas, especialmente a las mipymes, para la compra de equipos tecnológicos, software o servicios digitales. Estas ayudas pueden cubrir una parte del costo total de la inversión tecnológica.</li> <li>- <b>Incentivos fiscales:</b> implementar incentivos fiscales, como deducciones o créditos impositivos, para las empresas que realicen inversiones significativas en modernización tecnológica. Esto puede incluir la reducción de impuestos sobre la renta o el IVA para gastos en tecnología.</li> <li>- <b>Programas de garantía de crédito:</b> establecer programas de garantía de crédito para reducir el riesgo de las instituciones financieras al otorgar préstamos para inversiones tecnológicas, haciendo más accesible el financiamiento para las mipymes.</li> <li>- <b>Simplificación de trámites:</b> simplificar los procesos y requisitos para acceder a estas líneas de crédito y subsidios, asegurando que sean fácilmente accesibles para las mipymes, incluyendo procesos de solicitud y aprobación rápidos y eficientes.</li> <li>- <b>Asociaciones con entidades financieras:</b> colaborar con bancos comerciales, cooperativas de crédito y otras entidades financieras para ampliar el alcance y la accesibilidad de los programas de financiamiento y garantizar que lleguen a una base más amplia de empresas.</li> <li>- <b>Fomento de la inversión en capacitación tecnológica:</b> asegurar que parte de estos fondos se destinen específicamente para la capacitación del personal en el uso y mantenimiento de las nuevas tecnologías adquiridas, potenciando así el retorno de la inversión.</li> <li>- <b>Monitoreo y evaluación de programas:</b> establecer mecanismos para monitorear y evaluar la efectividad de los programas de crédito, subsidios e incentivos fiscales, asegurando que estos estén alcanzando sus objetivos y ajustándose para maximizar su impacto.</li> </ul>



Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p>1.2. Creación de redes de cooperación y asistencia técnica para los procesos empresariales de transformación digital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Formación de expertos 4.0.:</b> creación de un programa técnico de formación para profesionales que se puedan desempeñar en el rol de gestor/vinculador tecnológico y cuyo rol sea acompañar (brindar asistencia técnica) a las empresas en sus procesos de transformación digital. Este programa puede diseñarse con participación de las universidades, cámaras empresariales y el Ministerio de Producción.</li> <li>- <b>Programa subvencionado de asesoramiento y soporte técnico (Expertos 4.0.):</b> el objetivo es proveer servicios de asesoramiento y soporte técnico para ayudar a las empresas a identificar las tecnologías más adecuadas para sus necesidades y a planificar su integración y uso eficiente. Los profesionales formados en el rol de gestor/vinculador tecnológico serían los agentes a cargo de su implementación en las empresas.</li> <li>- <b>Sensibilización y capacitación:</b> organizar campañas de sensibilización y programas de capacitación para empresarios y gerentes sobre los beneficios de la modernización tecnológica y cómo pueden aprovechar los incentivos y créditos disponibles.</li> <li>- <b>Alianzas con proveedores de tecnología:</b> colaborar con proveedores de tecnología para ofrecer paquetes o soluciones a precios reducidos o condiciones especiales para las empresas que accedan a estos programas de asistencia técnica y financiamiento.</li> <li>- <b>Difusión de casos de éxito y tecnologías disponibles:</b> recopilar y difundir casos de éxito y testimonios de empresas que han implementado con éxito tecnologías 4.0, para motivar y guiar a otras empresas en su proceso de digitalización.</li> <li>- <b>Fomentar una nueva cultura empresarial 4.0.:</b> acciones para fomentar una cultura que valore y priorice la digitalización, la innovación abierta y la cooperación. Debe estar dirigida a dueños, jefes, mandos medios.</li> </ul>
<p>1.3. Garantizar el acceso a la infraestructura digital y a internet de alta velocidad en todo el territorio nacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Inversión en infraestructura de banda ancha:</b> incrementar la inversión en infraestructura de banda ancha, incluyendo fibra óptica y tecnologías inalámbricas, como 4G y 5G, para expandir la cobertura a áreas rurales y regiones menos desarrolladas.</li> <li>- <b>Asociaciones público-privadas:</b> establecer asociaciones entre el gobierno y empresas de telecomunicaciones para compartir los costos y recursos necesarios para extender la infraestructura de internet a áreas menos rentables económicamente.</li> <li>- <b>Programas de subsidios y financiamiento:</b> implementar programas de subsidios o proporcionar incentivos financieros a los proveedores de servicios de internet para construir infraestructura en áreas rurales y remotas.</li> <li>- <b>Regulaciones y políticas de apoyo:</b> desarrollar un marco regulatorio que facilite y promueva la inversión en infraestructura digital en áreas menos desarrolladas, incluyendo políticas que reduzcan las barreras burocráticas para la construcción de infraestructura.</li> <li>- <b>Acceso a la tecnología:</b> proveer acceso asequible a dispositivos tecnológicos e internet de alta velocidad, especialmente en comunidades desfavorecidas, rurales o remotas, a través de subvenciones, programas de donación o tarifas reducidas.</li> <li>- <b>Uso de tecnologías alternativas:</b> explorar y promover el uso de tecnologías alternativas para proporcionar acceso a internet en áreas remotas, como satélites, globos aerostáticos de alta altitud o drones.</li> </ul>



## 2. Más articulación entre la industria y las capacidades del sistema científico y tecnológico

Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p>2.1. Promover una mayor inversión empresarial en investigación y desarrollo (I+D) para estimular la innovación local.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Incentivos fiscales y subvenciones:</b> crear un sistema de incentivos fiscales atractivos para las empresas que inviertan en I+D. Esto podría incluir reducciones de impuestos, créditos fiscales, o subvenciones directas.</li> <li>- <b>Fondos de capital riesgo y financiación pública:</b> facilitar la creación de fondos de capital riesgo o programas de financiación pública específicamente destinados a proyectos de I+D en empresas, especialmente para <i>start-ups</i> y pymes.</li> <li>- <b>Premios y reconocimientos a la innovación:</b> establecer premios y reconocimientos para las empresas que demuestren un compromiso excepcional con la innovación y la investigación.</li> <li>- <b>Vinculación con el mercado internacional:</b> ayudar a las empresas a acceder a redes y mercados internacionales para ampliar sus oportunidades de colaboración y financiación en I+D.</li> <li>- <b>Asesoramiento especializado:</b> ofrecer servicios de consultoría y asesoramiento especializado en I+D para ayudar a las empresas a identificar oportunidades de investigación y a desarrollar proyectos innovadores</li> </ul>
<p>2.2. Fomentar la colaboración entre universidades, centros de investigación y el sector industrial para el desarrollo de tecnologías adaptadas a las necesidades del país.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Creación de clústeres de innovación:</b> fomentar la formación de clústeres que integren universidades, centros de investigación y empresas, para trabajar conjuntamente en áreas específicas de interés mutuo.</li> <li>- <b>Programas de transferencia de conocimiento:</b> establecer programas que faciliten la transferencia de conocimientos y tecnologías entre universidades, centros de investigación y empresas. Esto podría incluir pasantías, intercambios de personal y proyectos de investigación conjuntos.</li> <li>- <b>Redes de colaboración:</b> promover la creación de redes de colaboración a nivel nacional e internacional que conecten a investigadores, académicos y empresarios.</li> <li>- <b>Fondos para proyectos colaborativos:</b> proporcionar financiación específica para proyectos de investigación y desarrollo que involucren colaboraciones entre el sector académico y el industrial.</li> <li>- <b>Eventos de <i>networking</i> y conferencias:</b> organizar eventos regulares de <i>networking</i>, conferencias y talleres que reúnan a representantes de universidades, centros de investigación y empresas, para discutir desafíos comunes y explorar oportunidades de colaboración.</li> </ul>



Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p><b>2.3. Promoción del emprendimiento tecnológico.</b> Estimular la creación y el desarrollo de <i>start-ups</i> tecnológicas mediante incubadoras de empresas, fondos de capital de riesgo y programas de mentoría.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Incubadoras y aceleradoras:</b> apoyar incubadoras y aceleradoras que ofrezcan servicios de mentoría, espacio de trabajo, acceso a redes profesionales, y asistencia en la búsqueda de financiamiento para <i>start-ups</i> tecnológicas.</li> <li>- <b>Programas de financiamiento y subvenciones:</b> implementar programas de financiamiento específicos para emprendimientos tecnológicos, incluyendo subvenciones, préstamos con condiciones favorables y acceso a capital semilla y de riesgo.</li> <li>- <b>Alianzas con universidades y centros de investigación:</b> promover la colaboración entre emprendedores tecnológicos y académicos, para facilitar la transferencia de conocimientos y el desarrollo conjunto de innovaciones.</li> <li>- <b>Programas de capacitación y mentoría:</b> ofrecer programas de formación en habilidades empresariales y tecnológicas, junto con acceso a mentores experimentados en el sector tecnológico.</li> <li>- <b>Redes de <i>networking</i> y eventos de emprendimiento:</b> facilitar la creación de redes de contactos y la organización de eventos, ferias y conferencias para emprendedores tecnológicos, propiciando la interacción y el intercambio de ideas.</li> <li>- <b>Apoyo en marketing y comercialización:</b> brindar asistencia en estrategias de marketing, acceso a mercados y comercialización de productos tecnológicos.</li> <li>- <b>Desarrollo de políticas de propiedad intelectual:</b> ofrecer asesoramiento y apoyo en cuestiones de propiedad intelectual para proteger las innovaciones y tecnologías desarrolladas por emprendedores.</li> </ul>

### 3. Desarrollo de talentos para producir y gestionar los negocios en el paradigma 4.0

Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p><b>3.1. Alfabetización y ciudadanía digital</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Programas de alfabetización digital y capacitación:</b> ofrecer programas de alfabetización digital y capacitación tecnológica en comunidades rurales y menos desarrolladas para asegurar que los residentes puedan aprovechar efectivamente el acceso a internet.</li> <li>- <b>Centros comunitarios de acceso a internet:</b> establecer centros comunitarios equipados con acceso a internet y computadoras en áreas donde la conectividad privada es limitada, para garantizar que todos tengan acceso a servicios digitales.</li> <li>- <b>Incentivos para el desarrollo de contenidos locales:</b> fomentar el desarrollo de contenido digital local y relevante que pueda ser de interés para las comunidades en áreas rurales y menos desarrolladas, incentivando así el uso de internet.</li> <li>- <b>Asociaciones con organizaciones comunitarias:</b> trabajar en colaboración con organizaciones comunitarias y locales para identificar necesidades específicas y asegurar que los esfuerzos de expansión sean efectivos y bien dirigidos.</li> <li>- <b>Programas de alfabetización digital:</b> implementar programas de alfabetización digital en escuelas, bibliotecas y centros comunitarios para enseñar habilidades básicas de informática, navegación en internet, y uso seguro y responsable de las redes sociales y otras plataformas en línea.</li> </ul>



Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p><b>3.2. Programas de capacitación para el desarrollo de competencias en nuevas tecnologías a lo largo de toda la vida.</b> Estos programas deben diseñarse a partir del diálogo con las empresas y deben adaptarse a las necesidades específicas de diferentes sectores industriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Programas de educación continua:</b> establecer programas de educación continua y formación profesional en tecnologías avanzadas para personas de todas las edades y en diferentes etapas de sus carreras. Esto puede incluir cursos cortos, talleres, seminarios web y certificaciones en áreas como inteligencia artificial, <i>big data</i>, programación, ciberseguridad, entre otros.</li> <li>- <b>Alianzas con la industria:</b> colaborar con empresas del sector tecnológico para crear programas de capacitación que estén alineados con las necesidades actuales del mercado laboral, asegurando que las habilidades enseñadas sean pertinentes y demandadas.</li> <li>- <b>Programas de mentoría y tutoría:</b> implementar programas de mentoría donde profesionales experimentados en tecnologías avanzadas puedan guiar y asesorar a los aprendices, compartiendo conocimientos prácticos y experiencias del mundo real.</li> <li>- <b>Becas y subsidios para el aprendizaje:</b> ofrecer becas, subsidios o incentivos fiscales para individuos que busquen formarse en áreas tecnológicas, especialmente para aquellos de grupos subrepresentados o de bajos ingresos.</li> <li>- <b>Campañas de concienciación y promoción:</b> llevar a cabo campañas para resaltar la importancia de la educación tecnológica continua y promover las oportunidades disponibles para el aprendizaje a lo largo de la vida.</li> <li>- <b>Integración de tecnologías avanzadas en la currícula educativa:</b> incorporar temas de tecnología avanzada en los currículos educativos a todos los niveles, desde la escuela primaria hasta la educación superior.</li> <li>- <b>Apoyo a la transición de carrera:</b> ofrecer asesoramiento y recursos para aquellos que buscan hacer una transición hacia carreras en tecnología, incluyendo orientación profesional y reconocimiento de habilidades transferibles.</li> </ul>
<p><b>3.3. Fortalecer el desarrollo de habilidades blandas (socio-emocionales).</b> Incluir desde la primera infancia objetivos de desarrollo y formación de habilidades blandas como pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo en equipo y habilidades de comunicación, esenciales para la adaptabilidad en un entorno laboral cambiante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Integración curricular de habilidades blandas:</b> incorporar en el currículo escolar desde la educación inicial actividades y programas diseñados para fomentar habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación. Implementar programas que enseñen a los niños a reconocer y manejar sus emociones, desarrollar empatía y habilidades de comunicación efectiva.</li> <li>- <b>Capacitación docente especializada:</b> ofrecer formación y recursos a los educadores para enseñar y reforzar habilidades blandas. Esto incluye talleres, cursos de desarrollo profesional y material didáctico centrado en estrategias pedagógicas para fomentar estas habilidades.</li> <li>- <b>Métodos de enseñanza interactivos:</b> emplear métodos de enseñanza como el aprendizaje basado en proyectos, juegos de roles, debates en clase y trabajos en grupo que naturalmente promuevan el desarrollo de habilidades socio-emocionales.</li> <li>- <b>Ambientes de aprendizaje colaborativos:</b> crear entornos educativos que fomenten la colaboración y el trabajo en equipo, permitiendo a los estudiantes aprender unos de otros y desarrollar habilidades sociales y de comunicación.</li> <li>- <b>Programas extracurriculares enfocados en habilidades blandas:</b> promover actividades extracurriculares como clubes de debate, deportes, artes dramáticas y voluntariado que proporcionen oportunidades adicionales para el desarrollo de estas habilidades.</li> <li>- <b>Participación familiar y comunitaria:</b> involucrar a las familias y a la comunidad en el proceso educativo, ofreciendo talleres y recursos que les permitan apoyar el desarrollo de habilidades blandas en el hogar.</li> </ul>



Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p><b>3.4 Fortalecer la educación superior y técnica, especialmente en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM).</b> Se requiere un enfoque coordinado que involucre a instituciones educativas, el gobierno, la industria y otras partes interesadas, para garantizar que la educación en CTIM sea relevante, accesible y de alta calidad, preparando a los estudiantes para los desafíos del futuro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Actualización y modernización de los currículos:</b> revisar y actualizar los programas de estudio para asegurar que reflejen los últimos avances y tendencias en CTIM, y que estén alineados con las necesidades del mercado laboral actual y futuro.</li> <li>- <b>Inversión en infraestructura y equipamiento:</b> asegurar que las instituciones de educación superior y técnica tengan la infraestructura y los equipos necesarios para proporcionar una educación de calidad en CTIM, incluyendo laboratorios modernos, tecnología de punta y acceso a <i>software</i> especializado.</li> <li>- <b>Fomento de la investigación y desarrollo:</b> incentivar y apoyar la investigación y el desarrollo en CTIM dentro de las instituciones educativas, incluyendo la colaboración con la industria y otros sectores para realizar proyectos de investigación aplicada.</li> <li>- <b>Programas de becas y ayudas financieras:</b> ofrecer becas, ayudas financieras y oportunidades de financiamiento para estudiantes que elijan especializarse en campos de CTIM, con especial atención a grupos subrepresentados y estudiantes de bajos ingresos.</li> <li>- <b>Colaboraciones con la industria:</b> establecer alianzas con empresas y organizaciones del sector tecnológico para ofrecer prácticas, pasantías y proyectos de colaboración que proporcionen experiencia práctica a los estudiantes.</li> <li>- <b>Promoción de la diversidad e inclusión:</b> implementar programas y políticas para promover la diversidad y la inclusión en los campos de CTIM, con el objetivo de aumentar la participación de mujeres, minorías y otros grupos subrepresentados en estas áreas.</li> <li>- <b>Fortalecimiento de programas de posgrado y especialización:</b> desarrollar programas de maestría y doctorado de alta calidad en CTIM, así como cursos de especialización y certificaciones que permitan a los profesionales actualizarse y profundizar sus conocimientos.</li> <li>- <b>Integración de la ética y responsabilidad social:</b> incluir en los programas de CTIM contenidos relacionados con la ética en la ciencia y la tecnología y la responsabilidad social, preparando a los estudiantes para abordar los desafíos morales y sociales asociados con la tecnología y la innovación.</li> </ul>
<p><b>Alfabetización y ciudadanía digital</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Programas de alfabetización digital y capacitación:</b> ofrecer programas de alfabetización digital y capacitación tecnológica en comunidades rurales y menos desarrolladas, para asegurar que los residentes puedan aprovechar efectivamente el acceso a Internet.</li> <li>- <b>Centros comunitarios de acceso a internet:</b> establecer centros comunitarios equipados con acceso a internet y computadoras en áreas donde la conectividad privada es limitada, para garantizar que todos tengan acceso a servicios digitales.</li> <li>- <b>Incentivos para el desarrollo de contenidos locales:</b> fomentar el desarrollo de contenido digital local y relevante que pueda ser de interés, para las comunidades en áreas rurales y menos desarrolladas, incentivando así el uso de Internet.</li> <li>- <b>Asociaciones con organizaciones comunitarias:</b> trabajar en colaboración con organizaciones comunitarias y locales para identificar necesidades específicas y asegurar que los esfuerzos de expansión sean efectivos y bien dirigidos.</li> <li>- <b>Programas de alfabetización digital:</b> implementar programas de alfabetización digital en escuelas, bibliotecas y centros comunitarios para enseñar habilidades básicas de informática, navegación en internet, y uso seguro y responsable de las redes sociales y otras plataformas en línea.</li> </ul> <p><small>**Capacitación en Seguridad en Línea: ** ofrecer talleres y recursos educativos sobre seguridad en línea, privacidad y protección de datos personales para capacitar a los ciudadanos en el manejo seguro de su información en el espacio digital.</small></p>



#### Objetivo 4. Monitoreo y evaluación del impacto del avance tecnológico en la industria de Paraguay: creación de un observatorio

Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p>Monitorear y evaluar el desplazamiento sectorial de las ocupaciones, la creación/destrucción de puestos de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Sistema de seguimiento:</b> proponer mejoras en el sistemas de seguimiento y análisis laboral a nivel nacional que recolecta datos sobre empleo, desempleo, creación y destrucción de puestos de trabajo, que permitan su vinculación con el cambio tecnológico/incorporación de nuevas tecnologías.</li> <li>- <b>Encuestas de empleo y desempleo entre empresas industriales con foco en el cambio tecnológico:</b> realizar encuestas periódicas a empleadores y trabajadores para obtener información detallada sobre el desplazamiento de trabajadores dentro de la misma empresa, cambio en las tareas, cambios en las habilidades requeridas y en las condiciones laborales (modalidad de contratación, modalidad de organización del trabajo y de las tareas).</li> <li>- <b>Colaboración con empresas y sectores industriales:</b> trabajar en conjunto con empresas y representantes de diferentes sectores para obtener información directa sobre cambios en las demandas laborales y el impacto de la tecnología y la globalización en los empleos.</li> <li>- <b>Análisis de datos del mercado laboral basado en tecnologías de big data e IA:</b> utilizar herramientas de análisis de datos y <i>big data</i> para identificar tendencias, patrones y cambios en el mercado laboral, incluyendo el desplazamiento sectorial y la transformación de empleos. Aplicar tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para analizar grandes volúmenes de datos laborales y predecir tendencias futuras.</li> <li>- <b>Sistemas de alerta temprana:</b> desarrollar sistemas de alerta temprana que puedan identificar sectores y ocupaciones en riesgo de declive o transformación significativa, permitiendo la implementación proactiva de políticas y programas de apoyo.</li> </ul>
<p>Monitorear y evaluar el avance de las nuevas tecnologías en la industria paraguaya.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Desarrollo de encuestas sectoriales:</b> diseñar y realizar encuestas específicas para distintos sectores de la industria paraguaya, enfocadas en evaluar el nivel actual de adopción de tecnologías 4.0 e identificar barreras y facilitadores para su implementación.</li> <li>- <b>Estudios de caso y análisis de benchmarking:</b> realizar estudios de caso y análisis comparativos (<i>benchmarking</i>) con otras industrias a nivel regional o global para entender mejor cómo se están utilizando las tecnologías 4.0 e identificar mejores prácticas.</li> <li>- <b>Estudios de impacto y rentabilidad:</b> realizar estudios que muestren el impacto económico y la rentabilidad de la implementación de tecnologías 4.0, proporcionando así un caso de negocio sólido para su adopción</li> <li>- <b>Mapeo de proveedores de soluciones tecnológicas:</b> crear un directorio o mapa interactivo de proveedores de tecnologías 4.0, incluyendo detalles sobre sus productos, servicios, y casos de éxito, facilitando así a las empresas la búsqueda de soluciones adecuadas.</li> <li>- <b>Herramientas de autodiagnóstico para empresas:</b> desarrollar herramientas en línea o aplicaciones que permitan a las empresas realizar autodiagnósticos de su nivel de digitalización y adopción de tecnologías 4.0, ofreciendo recomendaciones personalizadas.</li> <li>- <b>Protocolos para la jerarquización de tecnologías:</b> establecer protocolos o guías que ayuden a las empresas a determinar qué tecnologías 4.0 se ajustan mejor a sus necesidades específicas, considerando factores como el tamaño de la empresa, el sector industrial y los objetivos estratégicos.</li> <li>- <b>Talleres y seminarios de capacitación:</b> organizar talleres y seminarios para educar a los empresarios y trabajadores sobre las tecnologías 4.0, cómo pueden ser implementadas y sus potenciales beneficios.</li> </ul>



Recomendaciones	Acciones sugeridas
<p><b>Identificar y difundir oportunidades de negocios en el ámbito digital.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análisis de datos de mercado:</b> utilizar herramientas de análisis de datos para identificar tendencias emergentes y nichos de mercado en el ámbito digital, lo que puede ayudar a las empresas a orientar sus estrategias de negocio.</li> <li>- <b>Fomento de la innovación abierta:</b> promover modelos de innovación abierta que permitan a las empresas colaborar con <i>start-ups</i>, investigadores y otros actores para explorar nuevas oportunidades de negocio en el ámbito digital.</li> <li>- <b>Plataformas de <i>crowdsourcing</i> y concursos de ideas:</b> utilizar plataformas de <i>crowdsourcing</i> y concursos de ideas para identificar oportunidades de negocio innovadoras y captar talento y creatividad de una amplia comunidad.</li> <li>- <b>Publicaciones de estudios de mercado y análisis sectoriales:</b> realizar y distribuir estudios de mercado y análisis sectoriales que proporcionen una visión profunda de las oportunidades de negocio existentes y emergentes en el ámbito digital. Emitir boletines y publicaciones periódicas que informen sobre las últimas tendencias y oportunidades en el ámbito digital, asegurándose de que estos recursos sean accesibles para una amplia audiencia de empresarios y emprendedores.</li> <li>- <b>Creación de un portal de oportunidades de negocios digitales:</b> desarrollar una plataforma en línea que centralice información sobre oportunidades de negocios en el ámbito digital. Este portal puede incluir tendencias de mercado, demandas emergentes, estudios de caso y oportunidades de asociación o colaboración.</li> </ul>

