



Transformación Digital de Manufactura

en América Latina y el Caribe

AUTORES

David Brogeras, Jefe de Transformación Digital, BID Invest; **Rodrigo Navas**, Jefe Unidad de Manufactura, BID Invest; **Mario Toledo**, Director, Digital Strategy, NTT DATA; **Sungnam Choi**, Consultor en Transformación Digital, IDB Invest; **Manuel Gil**, Consultor en Transformación Digital, BID Invest; **Mauricio Jiménez**, Gerente, Digital Strategy, NTT DATA y **Andrés Patiño**, Associate, Digital Strategy, NTT DATA.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a BID Invest y NTT DATA por su colaboración en el desarrollo de este trabajo. En particular a **Salvador Sagrado**, **Luis Olmedo**, **Fabián Djurinsky**, **Mauricio Jara**, **Anuar Rubio**, **Alejandra Pardo**, **Miguel Ángel Bueno**, **Salomón Zaga** y **Eriton Steindorff**, y de quienes recibimos valiosos comentarios: **Milagros Rivas Saiz**, **Valentina Sequi**, **Xenia Coton Gutiérrez**, **Rodrigo Morosoli**, **Carolina Suarez**, **Pilar Cora**, **Alejandro Escobar**, **Nadia Torres** (SAP), **Eiji Yamamoto** (Coupa Software), **Ulises Vich** (Omron), **Antonio González** (Schneider Electric), **Adriana Bazán** (CCAP) y **Ricardo Reyes** (Veolia). El apoyo de marca y diseño fue proporcionado por **Cindy Franco** en BID Invest, **Xóchitl Rosas**, **Karina Barajas**, **Ernesto Segura**, **Sandra Tavera** y el equipo del **Talent Hub** de NTT DATA.

Copyright © 2023 Corporación Interamericana de Inversiones (CII). Este trabajo tiene licencia bajo Creative Commons IGO 3.0 Attribution-NonCommercial-NoDerivatives (CC-IGO Licencia BY-NC-ND 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducido con atribución a la CII y para cualquier propósito no comercial. No se permite ningún trabajo derivado. Cualquier disputa relacionada con el uso de los trabajos de la CII que no pueda resolverse de manera amistosa deberá someterse a arbitraje de conformidad con las reglas UNCITRAL.

El uso del nombre de la CII para cualquier otro propósito que no sea la atribución, y el uso del logotipo de la CII estará sujeto a un contrato de licencia escrito entre la CII y el usuario y no está autorizado como parte de esta licencia CC-IGO. Luego de un proceso de revisión por pares, y previo consentimiento por escrito de la CII, una versión revisada de este trabajo también puede reproducirse en cualquier revista académica, incluidas las indexadas por la Asociación Americana de Economía Econ-Lit, siempre que se acredite a la CII y que el (los) autor (es) no reciban ingresos de la publicación.

Por lo tanto, la restricción para recibir ingresos de dicha publicación solo se extenderá al autor (es) de la publicación. Con respecto a tal restricción, en caso exista cualquier inconsistencia entre la licencia de Creative Commons IGO 3.0 Attribution-NonCommercial- NoDerivatives y estas declaraciones, este último prevalecerá.

Tenga en cuenta que el enlace proporcionado anteriormente incluye términos y condiciones adicionales de la licencia. Las opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no necesariamente reflejan las opiniones del Grupo del Banco Interamericano de Desarrollo, sus respectivas Juntas de Directores, o los países que representan.

ACERCA DE BID INVEST

BID Invest, miembro del Grupo BID, es un banco multilateral de desarrollo comprometido a promover el desarrollo económico de sus países miembros en América Latina y el Caribe a través del sector privado. BID Invest financia empresas y proyectos sostenibles para que alcancen resultados financieros y maximicen el desarrollo económico, social y medio ambiental en la región. Con una cartera de US\$15.340 millones en activos bajo administración y 375 clientes en 25 países, BID Invest provee soluciones financieras innovadoras y servicios de asesoría que responden a las necesidades de sus clientes en una variedad de sectores.

ACERCA DE NTT DATA

NTT DATA, parte del Grupo NTT, es una compañía innovadora global de servicios empresariales y de IT con sede en Tokio. La empresa ayuda a los clientes en su proceso de transformación a través de consultoría, soluciones industriales, servicios de procesos comerciales, modernización digital y de IT y servicios administrados. NTT DATA les permite a ellos, así como a la sociedad, avanzar con confianza hacia el futuro digital. La compañía demuestra su compromiso con el éxito a largo plazo de sus clientes, combinando el alcance global con la atención local, para trabajar con ellos en más de 50 países de todo el mundo a través de una red de más de 140.000 profesionales. Para saber más, visita [nttdata.com](https://www.nttdata.com).

INDICE

ACRÓNIMOS	6
RESUMEN EJECUTIVO	8
INTRODUCCIÓN	18
1.1 Objetivos del estudio	19
1.2 Estructura del estudio	21
1.3 Metodología	23
ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL SECTOR MANUFACTURA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	34
2.1 Contexto de la industria de manufactura en la macroeconomía de ALC	35
2.2 Estructura de la cadena de valor de manufactura	41
2.3 Potencial impacto de situación geopolítica actual	48
2.4 Situación actual de la manufactura y comercio minorista en ALC	51
2.5 Objetivos y focos estratégicos de la Transformación Digital	76
2.6 Barreras de la Transformación Digital	83

CONTENIDO

SOLUCIONES DIGITALES PARA NECESIDADES IDENTIFICADAS	88
3.1 Soluciones digitales por eslabón	89
3.2 Soluciones para gestión de gobierno ambiental, social y corporativo	137
3.3 Ecosistema del sector y <i>start-ups</i>	145
3.4 Hoja de ruta para la Transformación Digital en el sector	148
CONCLUSIONES	157
4.1 Conclusiones del estudio	158
4.2 Recomendaciones para la Transformación Digital	163
ANEXOS	171
5.1 Limitaciones en la recolección y análisis de datos	172
5.2 Descripción adicional de las variables analizadas en la evaluación del DMA	174
5.3 Explicación detallada del proceso de priorización de países	186
5.4 Descripción de las actividades de la cadena de valor de la manufactura	194
5.5 Particularidades de países y subsectores encontrados durante el estudio	204
5.6 Mapa completo de proveedores de soluciones en América Latina y el Caribe.	212
REFERENCIAS	217

ACRÓNIMOS

ALC - América Latina y el Caribe

B2B - Comercio a comercio (Business to Business)

CAD - Diseño asistido por ordenador (Computer-Aided Design)

CEO - Director General (Chief Executive Officer)

CFO - Director Financiero (Chief Financial Officer)

CIO - Director de Información (Chief Information Officer)

CIP - Índice de Competitividad Industrial (Competitive Industrial Performance)

CNC - Contro numérico computarizado

COO - Director de Operaciones (Chief Operating Officer)

CTO- Director de Tecnología (Chief Technology Officer)

DMA - Digital Maturity Assessment

ERP - Sistema de planificación de recursos empresariales (Enterprise Resource Planning)

ESG - Gobierno Ambiental, Social y Corporativo (Environmental, Social and Governance)

ACRÓNIMOS

IIoT - Internet industrial de las cosas (Industrial Internet of Things)

IoT - Internet de las cosas (Internet of Things)

IPI - Índice de Producción Industrial

MES - Sistema de Ejecución de Manufactura (Manufacturing Execution System)

PIB - Producto Interno Bruto

PLC - Controladores lógicos programables (Programmable Logic Controller)

QR - Respuesta Rápida (Quick Response)

RPA - Automatización Robótica de Procesos (Robotic Process Automation)

SCADA - Sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (Supervisory Control And Data Acquisition)

TMS - Sistema de gestión de transporte (Transport Management System)

VAM - Valor Agregado de la Manufactura

WMS - Sistema de gestión de almacenes (Warehouse Management System)



RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN EJECUTIVO

Relevancia del sector manufactura en América Latina y el Caribe

La relevancia de la Transformación Digital de un sector está íntimamente relacionada con el aporte de dicho sector a la economía. En ese sentido, el sector manufactura contribuye con un 15.7% (2020) del producto interno bruto de los países de la región. Así mismo, representa el 20% de los empleos totales, lo que lo refuerza su importancia al ser el principal sustento económico de millones de familias.

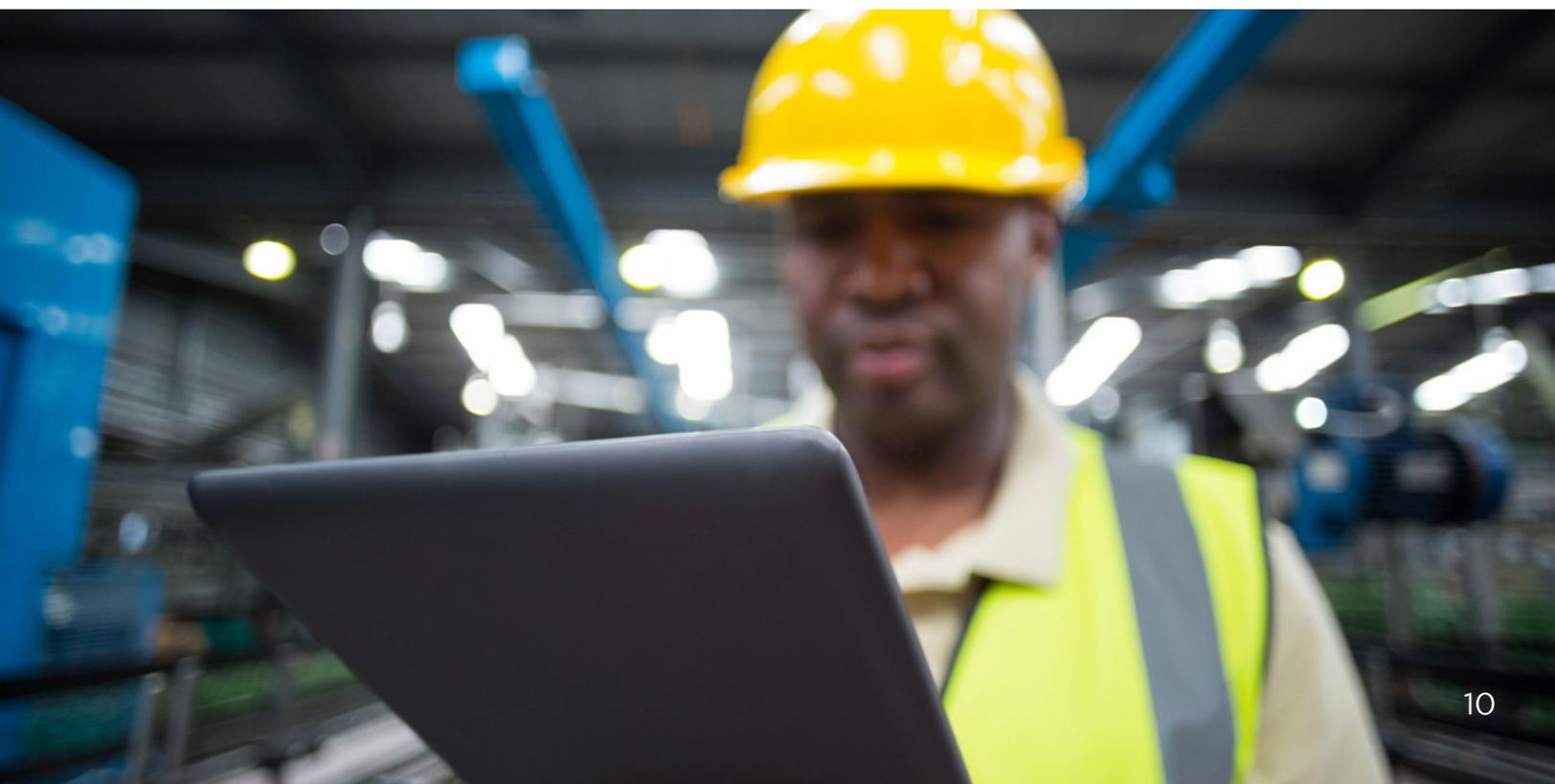
Un factor que acentúa la necesidad de acelerar la Transformación Digital en el sector es el rediseño de las cadenas de suministro de grandes empresas multinacionales que resultará en la reubicación de gran parte de su capacidad productiva instalada en China.



Para atraer la inversión resultante de dicho movimiento, el sector de manufactura en América Latina debe aprovechar la digitalización como una palanca que incremente su competitividad.

Los beneficios de la Transformación Digital en el sector son múltiples y cada vez se observan más organizaciones que utilizan la tecnología para mejorar sus procesos. Tecnologías como la automatización, el uso de sensores y los algoritmos con inteligencia artificial se han utilizado en el sector para ganar precisión e incrementar productividad de las operaciones. Otras tecnologías como los gemelos digitales y la manufactura aditiva, han mostrado beneficios en la optimización del uso de recursos y una capacidad de probar mejoras de una forma más ágil.

Estas herramientas combinadas con otras como el internet industrial de las cosas (IIOT) y los modelos de analítica avanzada, habilitan mejoras en la productividad y eficiencia de los procesos con una visión transversal a lo largo de toda la cadena de valor. Esto a su vez mejora la capacidad de respuesta de las organizaciones para satisfacer las necesidades del su ecosistema.



Estado de madurez digital de la industria de manufactura

El punto de partida de la Transformación Digital es el entendimiento del nivel de madurez en el que actualmente se encuentra la industria mediante el análisis de una muestra de empresas de varios subsectores de manufactura en la región de ALC. Los resultados del análisis indican un nivel de madurez que caracteriza a la industria en una posición intermedia (denominada “seguidor” según la metodología del estudio) al obtener una calificación de 2,97 en una escala de 5. Hay algunos factores a considerar para comprender el estado de madurez obtenido. Por un lado, el resultado se beneficia de los avances del eslabón de producción al ser el sector manufactura uno de los primeros en aplicar automatización en parte de sus procesos. Por otra parte, se aplicaron filtros para la selección de los participantes que supusieron contar una muestra de empresas que ya hubieran iniciado su *journey* digital.

En ese sentido, a pesar de existir avances, hay oportunidades que deben ser abordadas para atender las propias necesidades del sector de mantenerse competitivo en un entorno regional y global. Para ello, el sector debe continuar invirtiendo en integrar nuevas soluciones digitales que engloben capacidades de automatización de procesos e inteligencia artificial y que se apalanquen en mayores cantidades de datos obtenidos e interpretados en tiempo real para generar valor orientado a la toma de decisiones.

Los principales avances que caracterizan el estado actual de la manufactura están asociados con la existencia de planes de transformación que, en 74% de las empresas analizadas, no son conocidos por toda la organización, con lo que se evidencia un área de oportunidad para ubicar la Transformación Digital en la agenda estratégica de las empresas.





De manera análoga, se destacan avances en la automatización y digitalización de tareas específicas del proceso productivo pero sin que exista una integración con procesos adyacentes como la planificación de la demanda, el abastecimiento, o los canales digitales para captura de las órdenes. Otros avances tienen que ver con iniciativas digitales trabajadas en silos, o con la prueba de tecnologías más disruptivas como los gemelos digitales o la realidad extendida, entendida como la solución que hacen uso de las tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada.

Otro punto a resaltar es la oportunidad que existe para que la Transformación Digital sirva como un acelerador de las agendas medioambientales, de impacto social y de gobierno corporativo de las organizaciones (ESG, por sus siglas en inglés). Esto último, además de ser importante en el contexto de la productividad y la eficiencia, cobra mayor relevancia cuando se consideran desafíos como el cambio climático y la necesidades de incrementar la mayor participación de colectivos subrepresentados en el sector como el de la mujer. En ese sentido, la introducción de nuevas soluciones digitales, además de servir para medir de una forma más eficaz el impacto ambiental y social de las organizaciones, fomentará la creación de puestos de trabajo con nuevas habilidades. Esto último, representa una gran oportunidad para incorporar talento mas inclusivo y con mayor equidad de género.

Para lograr incrementar la adopción de la Transformación Digital, existen barreras que deben ser superadas. Entre las más importantes, está la falta de visión a largo plazo y la falta de mecanismos para evaluar, dimensionar y monitorear el retorno de las inversiones requeridas para habilitar la transformación. Por otra parte, se requiere de la atracción y formación de talento digital así como del desarrollo de más soluciones a la medida que ayuden a las organizaciones a reducir la complejidad tecnológica de sus arquitecturas empresariales. Por último, es necesario incrementar la infraestructura de conectividad para que soluciones como el 5G y el WIFI-6 cuenten con una mayor cobertura y habiliten la colección y acceso remoto a datos y al control de aplicaciones y equipos.

A través de la superación de dichas barreras, el sector manufactura podrá sentar las bases de una transformación más acelerada que le permita diferenciarse y evolucionar para servir mejor a sus clientes, lograr una colaboración óptima con sus proveedores, además de generar más valor en los ecosistemas en los que participa y en la sociedad.

En este informe, se presentan distintas soluciones que habilitan la Transformación Digital para los diferentes eslabones de la cadena de valor, así como los beneficios implícitos de la aplicación de dichas soluciones en el sector.



Descripción del enfoque metodológico del estudio

Este estudio se diseñó con la intención de caracterizar el estado de madurez de la Transformación Digital a través de la obtención de información tomada directamente de una muestra de corporativos pertenecientes a varios subsectores de manufactura en la región de ALC.

Para ampliar la visión del estudio, también se incluyeron algunas empresas de transporte y el comercio minorista que juegan un papel importante en la distribución de productos a clientes y consumidores finales. En el caso del sector manufactura la muestra de 35 empresas incluye organizaciones de los subsectores textil, químico, plásticos, papel y productos derivados, productos minerales no metálicos, productos metálicos manufacturados, maquinaria, aparatos eléctricos y electrónicos y automotriz. Así mismo, se incluyeron los siete países con mayor peso en el sector. Los países incluidos fueron México, Brasil, Argentina, Colombia, Perú, Chile y Ecuador.

A cada una de estas empresas se les invitó a responder un auto-diagnóstico de su madurez digital. Una vez recogidas dichas evaluaciones, fueron agendadas entrevistas con directores ejecutivos con las que se profundizó sobre los principales aspectos de la evaluación, sus desafíos, barreras y proyectos en el contexto de la transformación.

Adicionalmente, se realizaron entrevistas con representantes de 5 *start-ups* y 6 proveedores de las empresas participantes del estudio. En dichas entrevistas fue discutido el estado de madurez de la industria desde la óptica de entidades de terceros que colaboran con el sector.

A través de este enfoque multidimensional, fue posible identificar el estado de Transformación Digital del sector, los principales avances, desafíos y barreras que deben ser resueltos para acelerar el mismo.

Necesidades y retos claves del sector manufactura

Como resultado del estudio, fueron identificadas una serie de necesidades y desafíos que deben estar en la agenda de cualquier organización del sector y que se enuncian a continuación:

1. Incrementar la productividad y asegurar la continuidad operativa

El incremento de la productividad es una palanca que habilita un mayor control del resultado económico. Este factor es especialmente relevante en entornos volátiles como los que actualmente experimenta el sector. Lograr incrementos de productividad involucra integrar tecnología que permita mejorar el rendimiento de los procesos, pero también orientarlos hacia enfoques en los que se aplique la automatización inteligente de forma selectiva para integrar operaciones híbridas máquina-sistema-humano.

2. Aumentar la eficiencia

Una de las ventajas competitivas del sector se centra en su capacidad de ofrecer productos competitivos en el mercado también desde el punto de vista de precio. En ese contexto, además de la automatización de actividades, se requiere buscar soluciones que simplifiquen los procesos y los orienten hacia la optimización del consumo energético y de recursos.



3. Mejorar trazabilidad y reducir riesgos operativos y de mercado

El entorno regulatorio y las exigencias de los consumidores cada vez exigen más que las empresas se hagan cargo de las externalidades que resultan de la fabricación o uso de sus productos. Debido a esto, encontrar soluciones para la trazabilidad del flujo y consumo de energía, materiales y productos a lo largo de las cadenas de valor es un tema que, además de servir para optimizar, inserta certidumbre y habilita la reducción de riesgos.

4. Mejorar la capacidad de respuesta de la cadena de valor

Existen diversos elementos no controlados por la organización con el potencial de impactar su continuidad operativa. Los conflictos armados, las fricciones comerciales y la propia escasez de recursos humanos y materiales hacen que cobre mayor importancia contar con herramientas que permitan planificar la operación en su totalidad, así como colaborar con clientes, proveedores y gobiernos para establecer sistemas para compartir información. Con esto, se logrará una planificación de recursos más fluida y con un mayor margen de maniobra para responder a fenómenos inesperados.

5. Adaptarse a nuevos enfoques de gestión de talento

La mayor parte de las grandes empresas del sector y sus modelos operativos fueron concebidos por generaciones previas con menos foco en la digitalización y la colaboración. Esto genera una necesidad para cambiar gradualmente el enfoque de gestión hacia métodos más colaborativos e inclusivos en los que el conocimiento y la experiencia son apenas un componente.



6. Incorporar metas ambientales en la operación

La explotación de recursos naturales y las emisiones resultantes de esta son contribuyentes importantes al cambio climático. La Transformación Digital y sus soluciones también deberán estar enfocadas en habilitar la medición de las metas definidas para que cada organización logre monitorear mejor su huella ambiental y su orientación a prácticas de gobierno que aseguren enfoques menos contaminantes y más inclusivos de colectivos subrepresentados.

7. Falta de cultura y talento digital en el mercado

Se presenta como un desafío adicional en el que las empresas, además de transformarse, deben hacerlo a la vez que encuentran mejores formas para atraer, retener, recapacitar e incluso formar su propio talento en entornos cada vez más remotos, o híbridos.

8. Complejidad tecnológica y necesidad de soluciones a la medida

Las arquitecturas tecnológicas de las empresas son complejas y, en ocasiones, resultado de decisiones que no consideraron una visión de largo plazo. En ese sentido, la inclusión de nuevas herramientas y tecnologías puede decantar en procesos de decisión en los que, además del dilema tecnológico, las organizaciones y sus ejecutivos deben reconocer ajustes sobre decisiones pasadas. El proceso de selección de herramientas también es un proceso intensivo en recursos y las herramientas no siempre logran el nivel de personalización deseado para adaptarse a una organización y su arquitectura tecnológica.

9. Entendimiento y medición del valor de la transformación para justificar la inversión

Se da por hecho que la transformación requiere recursos para materializarse y que dichos recursos deberán tener un retorno futuro. Sin embargo, asignar valor a un cambio en la forma de operar no es trivial. Sobre todo, cuando se utilizan métodos tradicionales de costo-beneficio que no consideran variables cualitativas o el costo de oportunidad resultante de no transformarse y que otros sí lo hagan. En ese sentido, es importante que los casos de negocio cuenten con la capacidad de abordarse bajo escenarios de innovación y no solo bajo escenarios de continuidad operativa.

INTRODUCCIÓN

OSI Evolution
www.osi-evolution.com

01



1.1 Objetivos del estudio

El objetivo principal del estudio es dar a conocer el estado actual de la Transformación Digital de la industria de manufactura en ALC, con el fin de aportar información clave acerca de los principales retos, tendencias y áreas de oportunidad que existen en torno a la Transformación Digital del sector privado y plantear una hoja de ruta para acelerar la adopción de tecnologías digitales que contemplan algunas de las soluciones innovadoras que se aplican actualmente en el ecosistema industrial de la región.

Dado que el comercio minorista funge como uno de los canales de venta de la industria manufacturera, se incluyen en el estudio algunas compañías de este sector. Adicionalmente, en este estudio se busca evaluar la percepción de las organizaciones con respecto al valor que aportan iniciativas de ESG, junto con su nivel de implementación en los sectores mencionados.

Como punto de partida, el estudio busca profundizar en la situación actual de la Transformación Digital a lo largo de la cadena de valor de empresas del sector privado, tanto de origen local como con presencia en países de la región. De esta forma, se ofrece un mayor entendimiento de las necesidades y desafíos que están enfrentado en términos operativos, organizativos, financieros y regulatorios para abordar la Transformación Digital.



Con este estudio los autores buscan aportar una nueva perspectiva que promueva el diálogo regional, poniendo énfasis en la necesidad de mejorar la competitividad y la capacidad de innovación tecnológica del sector privado en los mercados globales, para evitar que las empresas se queden atrás en la materia.

Se presenta la Transformación Digital como la palanca clave de cambio que promueve el crecimiento económico sostenible y la creación de nuevos puestos de trabajo en la región, al mismo tiempo que permite la creación de sectores económicos más resilientes, con mayor inclusión social, y que contribuye a abordar los retos del cambio climático a escala mundial.

El entendimiento de la situación actual, las necesidades y oportunidades del sector privado de la manufactura y comercio minorista en la región permite identificar los focos de acción que deben abordar las organizaciones y profundizar en las soluciones digitales adecuadas para afrontar los desafíos de la Transformación Digital, para trazar una hoja de ruta que permita escalar las capacidades digitales del sector y definir una agenda digital que posibilite a fabricantes y minoristas enfrentar los retos de competitividad, productividad, eficiencia, y sostenibilidad financiera, social y medioambiental, que debe resolver la industria para atender nuevos mercados y maximizar el crecimiento económico y social de la región en la era digital.



1.2 Estructura del estudio

Este estudio se presenta en cuatro secciones: (1) Introducción, (2) Estado Actual de la Transformación Digital de Manufactura y Comercio Minorista, (3) Soluciones de Transformación Digital y (4) Conclusiones.

En este capítulo de Introducción se detallan los objetivos del estudio y la metodología utilizada para su elaboración, incluyendo tanto los criterios para la selección de los subsectores, países y compañías bajo el alcance, como las técnicas de levantamiento y el análisis de información considerada en el desarrollo del estudio.

El segundo capítulo, Estado Actual de la Transformación Digital de la Manufactura y Comercio Minorista, presenta un análisis detallado sobre el nivel de madurez digital de las industrias a lo largo de toda su cadena de valor, las principales necesidades, objetivos y desafíos que enfrentan las organizaciones del sector privado analizadas, que incorpore la visión de participantes en un rol de proveedores, *start ups* y actores logísticos de la cadena de suministros para la incorporación o adopción de soluciones tecnológicas y el abordaje de focos estratégicos, tanto de negocio como de ESG, que pueden ser impulsados por la Transformación Digital.

La sección de Soluciones de Transformación Digital busca profundizar en las plataformas tecnológicas que los fabricantes y los minoristas están implementando en sus operaciones como herramienta para dar respuesta a los retos actuales de la industria, así como en las potenciales vías de colaboración con entidades académicas y *start ups* para impulsar el crecimiento de todo el ecosistema manufacturero.

En la última sección del cuerpo del estudio, se presentan las Conclusiones y una serie de recomendaciones para acelerar la Transformación Digital en ALC bajo el paradigma digital de Industria 4.0.

Por último, el documento contempla un apartado de Anexos, orientado a presentar información complementaria o con mayor detalle para profundizar en los temas abordados por el estudio.



1.3 Metodología

Para la elaboración del estudio se realizó un trabajo de investigación en campo con un total de 35 compañías de los sectores de manufactura y comercio minorista que se complementó con investigación secundaria. La investigación en campo se dividió en dos fases: (1) un cuestionario digital (Digital Maturity Assessment, DMA) para evaluar el nivel de madurez digital actual de cada una de las organizaciones y (2) un proceso de entrevistas con diferentes ejecutivos de nivel C para profundizar en los resultados del DMA y entender su visión acerca de los desafíos que están enfrentando y su perspectiva de la Transformación Digital en el sector en el corto, medio y largo plazo.

1.3.1 Criterios de priorización de países y subsectores para el estudio

Con el objetivo de definir una muestra representativa de los sectores de manufactura y comercio minorista en ALC, se realizó un ejercicio de priorización para seleccionar los subsectores y países que se incluyeron finalmente dentro del alcance de este estudio.

Para la priorización de los países se consideraron las siguientes variables: impacto económico, fuerza laboral, nivel de competencia, infraestructura y, tecnología e innovación. Para cada una de estas variables, se definieron los parámetros a analizar con datos oficiales de fuentes públicas (Banco Mundial, Naciones Unidas, *The Global Economy*, entre otras).



Los parámetros evaluados para cada una de las variables seleccionadas son los siguientes:

Impacto económico: (1) Valor Agregado de la Manufactura (VAM) al PIB del país, (2) VAM como porcentaje del PIB total del país, (3) valor de las exportaciones manufactureras y (4) Índice de Producción Industrial (IPI).

Fuerza laboral: Número total de empleados en el sector manufacturero.

Nivel de competencia: Índice de Competitividad Industrial (Competitive Industrial Performance, CIP).

Infraestructura: Inversión de capital como porcentaje del PIB.

Tecnología e Innovación: (1) Índice de innovación - índice de innovación global (2021), (2) VAM de tecnología media y alta, como porcentaje del VAM total, (3) gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB.

Tabla 1: Listado de países considerados inicialmente

Argentina		El Salvador		Panamá	
Brasil		Guatemala		Paraguay	
Bolivia		Haití		Perú	
Chile		Honduras		Puerto Rico	
Colombia		Jamaica		República Dominicana	
Costa Rica		México		Trinidad y Tobago	
Ecuador		Nicaragua		Uruguay	

Para la priorización de subsectores se consideró como principal variable de análisis el VAM de cada uno de los subsectores y su contribución al VAM total del sector en los principales países manufactureros de la región ALC. Una vez analizados los datos, se seleccionó una combinación de subsectores manufactureros que representa el 84% del VAM total de la región (Tabla 3), a partir de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme de Todas las Actividades Económicas (ISIC), para establecer la taxonomía de clasificación de los subsectores del estudio (Ver sección de Anexos).

1.3.2 Resultados del ejercicio de priorización

A partir del análisis de las variables mencionadas en la sección anterior, complementado por criterios expertos, y recomendaciones del equipo especializado en el sector de BID Invest, se seleccionaron los siguientes países y subsectores como focos para la muestra del estudio:

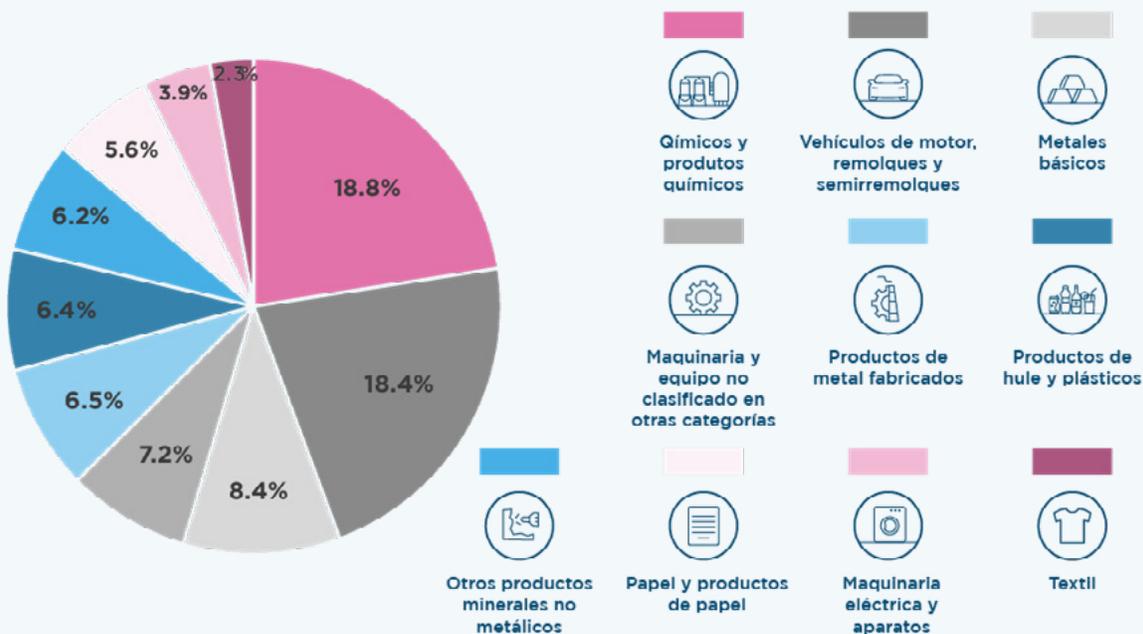
- **Países seleccionados:** México, Brasil, Chile, Argentina, Colombia, Perú y Ecuador (ver Figura 1)
- **Subsectores seleccionados:** (1) Textil, (2) Papel y productos de papel, (3) Químicos y productos químicos, (4) Plásticos, (5) Metales básicos, (6) Productos metálicos fabricados, (7) Otros productos minerales no metálicos, (8) Maquinaria y aparatos eléctricos, (9) Maquinaria y equipo no clasificado en otra categoría y (10) Vehículos de motor, remolques, semirremolques. Adicionalmente, se incorporaron al estudio los subsectores asociados a productos farmacéuticos básicos y preparados farmacéuticos y el sector de comercio minorista, con el objetivo de contar con una visión integral de la cadena de valor de producción, distribución y comercialización de productos fabricados en la región (ver Figura 2).

Figura 1: Ranking de países con base en su atractivo para el presente estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de datos recopilados de The World Bank, UNIDO, The Global Economy, Cornell University, INSEAD, WIPO y Naciones Unidas

Figura 2: Aporte al PIB de Manufactura, Subsectores seleccionados



Fuente : Elaboración propia a partir de base de datos de UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) extraída el 16 de junio de 2022

1.3.3 Perfil de empresas participantes

El estudio contó con la participación de 31 compañías del sector de manufactura, 2 del comercio minorista, 2 actores de la cadena de suministros, 6 proveedores del sector y 6 *start ups* enfocadas en la industria. Esta combinación de organizaciones de manufactura y minoristas con la participación de organizaciones que colaboran en el ecosistema tanto tradicionales como emergentes, permitió abordar el análisis de retos y tendencias de la Transformación Digital desde el punto de vista de la innovación en el sector y adquirir un mayor entendimiento del grueso del ecosistema.

Las empresas seleccionadas, corresponden a organizaciones con una facturación superior a US\$50 MM y con ejecutivos del *C-Level* con disponibilidad para participar. A dichas empresas se les hizo una evaluación de madurez digital (DMA). En el caso de empresas adicionales pertenecientes a *start ups* y actores de la cadena de suministro de manufactura, solo se realizaron entrevistas y los hallazgos de estas, se utilizaron como un complemento para obtener una visión complementaria.

Figura 3: Distribución geográfica de empresas incluidas en el estudio



1.3.4 Estructura de la Evaluación de Madurez Digital (EMD)

La Transformación Digital es el proceso mediante el cual las empresas y organizaciones adoptan y utilizan tecnologías digitales para mejorar sus operaciones y lograr mayor eficiencia y competitividad. Si bien existe una asociación directa con la tecnología, hay varios aspectos adicionales que deben ser considerados al incursionar en iniciativas o programas enfocados en transformarse digitalmente y que tienen que ver con la capacidad de las organizaciones de establecer una estrategia con un gobierno claro que permita ajustar su modelo operativo, sus procesos y su forma de operar a la vez que se integra nuevo talento.

Como punto de partida para el entendimiento de la situación actual de la Transformación Digital, se aplicó un cuestionario digital de autodiagnóstico a todas las compañías participantes en el estudio. Esta Evaluación de Madurez Digital (DMA) considera los aspectos que componen una visión completa para analizar las capacidades de Transformación Digital de las organizaciones que se pueden agrupar en los siguientes 9 dominios:

1. Estrategia y Modelo de Negocios: Definición de una estrategia de Transformación Digital alineada con la estrategia corporativa y sus objetivos de negocio. Relevancia de la digitalización para la organización en términos de asignación de recursos financieros, humanos y tecnológicos para la implementación de su agenda digital.

2. Sostenibilidad y Energías Renovables: Nivel de adopción de prácticas sostenibles apalancadas en herramientas digitales para la optimización del impacto ambiental en la organización. Relevancia de la sostenibilidad en los objetivos estratégicos y nivel de madurez en la transición a energías renovables en los procesos operativos.





3. Procesos y Operación: Madurez digital en el modelo operativo, incluyendo el estado actual de las capacidades tecnológicas y la puesta en marcha de iniciativas de digitalización y automatización de los procesos productivos, logísticos y administrativos.

4. Gobernanza: Nivel de desarrollo de la organización para implementar y gestionar activos digitales. Considera la madurez de la estructura para la toma de decisiones, el soporte digital en las instancias de gestión y el nivel de uso o disponibilidad de reportes estratégicos para la toma de decisiones.

5. Sistemas y Tecnología: Nivel de penetración de activos tecnológicos, arquitectura digital y protocolos de ciberseguridad que soporten el negocio. Se evalúa la madurez en términos de sistemas y plataformas digitales o tecnologías disruptivas que soportan la operación.

6. Nuevos Negocios y Productos Digitales: Incorporación de componentes digitales en los productos y/o servicios de la organización, nivel de digitalización de los canales y madurez en la integración de nuevas modalidades de pago digital.





7. Organización: Nivel de adopción tecnológica y cultura digital de la organización. Se evalúa la capacidad de fomentar la digitalización desde la capa directiva, la incorporación de acciones formativas en competencias digitales, el uso de sistemas en la gestión de recursos humanos y el nivel de atracción y retención de perfiles especializados.

8. Big Data & Analytics: Capacidades de captura de información, eficiencia de almacenamiento de datos, prácticas de gestión de datos maestros y capacidad de procesamiento de estos, a partir de diferentes niveles de aplicación de modelos analíticos para la identificación de patrones de comportamiento y generación de predicciones para la toma de decisiones.

9. Innovación: Capacidad para gestionar la innovación en línea con los objetivos estratégicos y de digitalización de la organización. Se mide la formalidad y transversalidad de los procesos de innovación apoyados en metodologías, instancias o prácticas para promover y gestionar la innovación mediante el uso de soluciones digitales.

1.3.5 Niveles de madurez del DMA

El nivel de madurez de los participantes se evaluó en una escala de 1 a 5 para cada uno de los dominios del DMA. Además, se estableció un modelo de cálculo que considera diferentes valores asociados a los aspectos clave, para ponderar el nivel de madurez por dominio y obtener el nivel de madurez digital general de cada organización.

Los resultados del DMA permitieron clasificar a las compañías en 5 categorías en función de su estado actual de madurez digital:

1. Observador: Organización caracterizada por su resistencia al cambio y que, por ende, realiza pocas acciones de Transformación Digital. Estas organizaciones suelen contar con algunas iniciativas digitales, sin embargo, son escépticas sobre el valor que aporta este proceso al negocio y están lejos de contar con estructuras que permitan una operación digitalizada.

2. Iniciado: Organización con recursos limitados o no formalmente asignados para abordar la Transformación Digital. A pesar de que utilizan soluciones tecnológicas puntuales para algunas etapas de su cadena de valor, siguen teniendo un alto porcentaje de procesos manuales y no tienen una cultura de toma de decisiones basada en datos.



3. Seguidor: Organización que cuenta con un plan estratégico para abordar la Transformación Digital y ha incorporado roles, herramientas digitales y un modelo de gobierno dedicado a impulsar y gestionar la transformación. A pesar de que cuentan con algunas métricas para guiar su toma de decisiones, no han conseguido todavía maximizar el valor del negocio a partir de la digitalización.

4. Líder - Organización que cuenta con una oferta de valor relevante y diferenciadora basada en la personalización a través de herramientas digitales. Es ágil, fuertemente apalancada en el uso modelos analíticos, automatizaciones y digitalización de sus procesos. Lidera múltiples iniciativas de transformación en el sector con incorporación de tecnologías disruptivas gobernadas por una estrategia y un plan a largo plazo para gestionar de manera transversal la Transformación Digital.

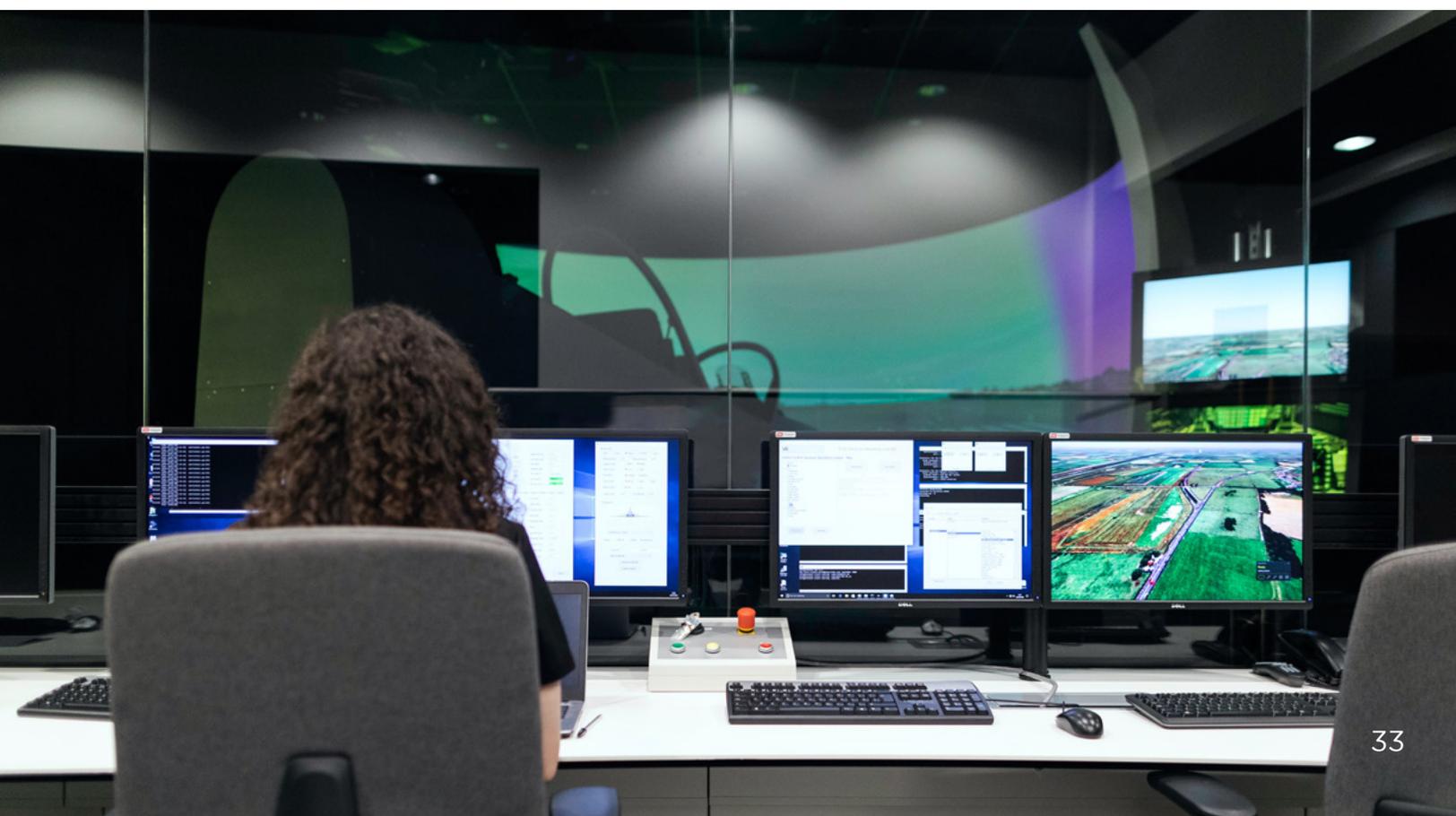
5. Innovador: Organización con una cadena de valor totalmente integrada a través de herramientas digitales de inteligencia en tiempo real. Se diferencia en el mercado por guiar las tendencias en Transformación Digital para el sector. Cuenta con capacidades analíticas predictivas e integradas para generar valor de forma colaborativa entre las diferentes áreas. Utilizan herramientas tecnológicas y capacidades estandarizadas para gestionar e impulsar la innovación en la organización.



1.3.6 Detalle sobre el proceso de entrevistas

El análisis cualitativo, realizado a partir del proceso de entrevistas, permitió complementar la información recopilada en el autodiagnóstico de madurez digital con información clave proporcionada por ejecutivos de *C-level* de las compañías participantes, concentrada en garantizar el correcto diagnóstico y en ampliar el entendimiento sobre el estado actual de cada organización, además de contar con la visión individual de los ejecutivos acerca del contexto de mercado, el marco regulatorio, los desafíos, las mejores prácticas, las estrategias y las expectativas sobre el futuro de la Transformación Digital en la industria.

Para obtener una perspectiva integral del estado de Transformación Digital de las organizaciones, las entrevistas se llevaron a cabo con diferentes perfiles de la alta dirección: Director General (CEO), Director de Operaciones (COO), Director Financiero (CFO), Director de Tecnología (CTO), Director de Información (CIO).



A photograph of a male worker in a factory setting. He is wearing a plaid shirt, a white respirator mask covering his nose and mouth, safety glasses, and a large white headset with a microphone. He is focused on a task, with his hands on a piece of machinery. The background shows industrial equipment and a clean, well-lit workspace. A large, semi-transparent number '02' is overlaid on the bottom right of the image.

Estado de la Transformación Digital del sector manufactura en ALC

02

2.1 Contexto de la industria de manufactura en la macroeconomía de ALC

El sector manufacturero de América Latina y el Caribe es el segundo con mayor aporte al PIB de la región (15,7%), tan solo por detrás del sector de servicios (57.5%), con un empate en el tercer lugar entre el sector del comercio minorista (10%) y otras industrias (incluyendo la construcción)¹.

Debido a su aporte, el sector desempeña un papel estratégico en el desarrollo regional, lo cual se acentúa en el contexto actual en el que muchas empresas multinacionales se están replanteando reposicionar su huella productiva para localizarla en lugares o más próximos a su demanda o de países a cierta alineación con sus valores y agendas globales. La manufactura es un sector que además contribuye con la generación de empleos locales con un nivel de capacitación y calificación, componente importante en la agenda de los gobiernos regionales.

Figura 4: Aportación de los sectores al PIB de la región



Fuente : Elaboración propia a partir de la base de datos de World Bank 2021

En la última década, la participación del sector en el PIB latinoamericano se incrementó ligeramente de 14,3% a 15,7%. Sin embargo, dicho crecimiento ha sido impulsado principalmente por México dada la integración singular de las cadenas de valor de este país con Estados Unidos y su posicionamiento como *hub* manufacturero para insumos que abarcan desde los componentes electrónicos hasta los automóviles. En el caso de Brasil, a pesar de tener un enfoque hacia la industrialización e infraestructura logística, el peso del sector manufactura ha decrecido. Lo mismo ha ocurrido en la mayor parte de las geografías de América Latina en donde el mismo indicador de participación del sector se ha reducido. El menor peso de la manufactura se da también en un contexto en el que el peso de otros sectores como la agricultura y, sobre todo, los servicios, han incrementado su representatividad.

Figura 5. Evolución anual de la contribución del sector manufactura al PIB del país (%)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Bank & OECD, 2021



La disminución del peso del sector manufacturero en la economía para ciertos países de ALC se debe también, entre otros motivos, al impacto del boom de los *commodities* y la creciente sofisticación de la manufactura china y asiática, que explica la contracción de la proporción del sector manufacturero de la región ALC sobre el PIB.

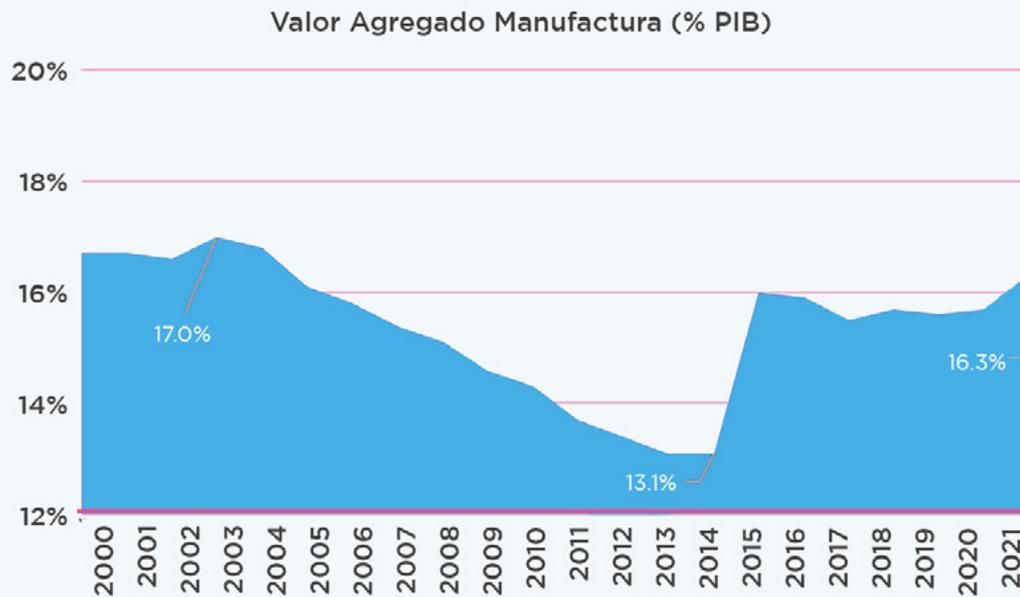
Esto es relevante sobre todo en el caso de Sudamérica, ya que gran parte del foco se centró en invertir en la exportación de bienes de poco valor agregado, pero a precios sustanciales, lo que incrementó los términos de intercambio y se tradujo en mejoras salariales que impactaron negativamente la competitividad ante decisiones para establecer o mantener polos manufactureros en dichos países. Lo anterior, combinado con el deterioro crónico de algunas economías como Argentina y Venezuela, y la persistente ascendencia de China, también aceleraron la migración de parte de la manufactura a otros países².

En la Figura 6 se muestra la aportación de la industria manufacturera en América Latina y el Caribe al PIB a partir del año 2000. En el mismo se observan dos tendencias, la primera bajista hasta el año 2014 debido a escenarios desfavorables como la bajada de precios en las exportaciones de *commodities*, la crisis económica en Brasil, la depreciación del peso argentino y la recesión en Venezuela.

A partir de 2015 se produce una recuperación sustancial en el aporte de la manufactura al PIB seguido de una relativa estabilidad a partir de 2017. La recuperación observada en 2015 se explica principalmente por el crecimiento de dicha proporción en México, Ecuador, Chile y Uruguay.

2 (Commodity Cycle in Latinamerica, Mirages and Dilemmas World Bank)

Figura 6: Aportación del sector manufacturero al PIB LATAM desde 2000



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Bank & OECD, 2021

Al analizar el crecimiento de la industria manufacturera en la región, se observa que ha sido poco consistente en los últimos años. Se destacan las caídas asociadas a los efectos de las crisis económicas mundiales de 2001 (-1,4%) asociada a la crisis de la *burbuja punto com*, 2008 (-7,7%) la pandemia de la gripe porcina H1N1 y la crisis hipotecaria y 2020 (-7,3%) la pandemia ocasionada por el COVID. En contrapartida, los picos positivos que surgen después de los periodos mencionados, responden al retorno de niveles de crecimiento económico impulsados gracias a las estrategias de los gobiernos y las entidades financieras para regresar a la estabilidad económica.

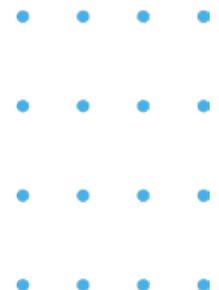
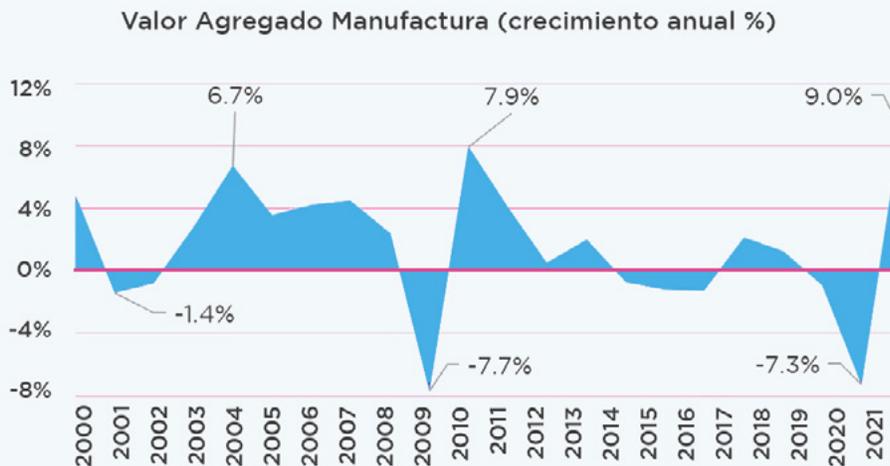
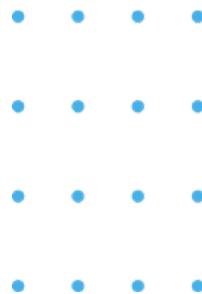


Figura 7: Crecimiento anual de la industria manufacturera en LATAM desde el año 2000



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de World Bank & OECD, 2021

A pesar de la baja consistencia en el crecimiento, el sector contribuye actualmente con ~US\$ \$878 billones PIB de la región, que representa ~13% de la mano de obra y ~45% de las exportaciones totales. Se destacan, entre otras cosas, los aportes de México y Brasil que contribuyen un 43% del total del valor del sector, lo que representa ~US\$ \$378 billones³.

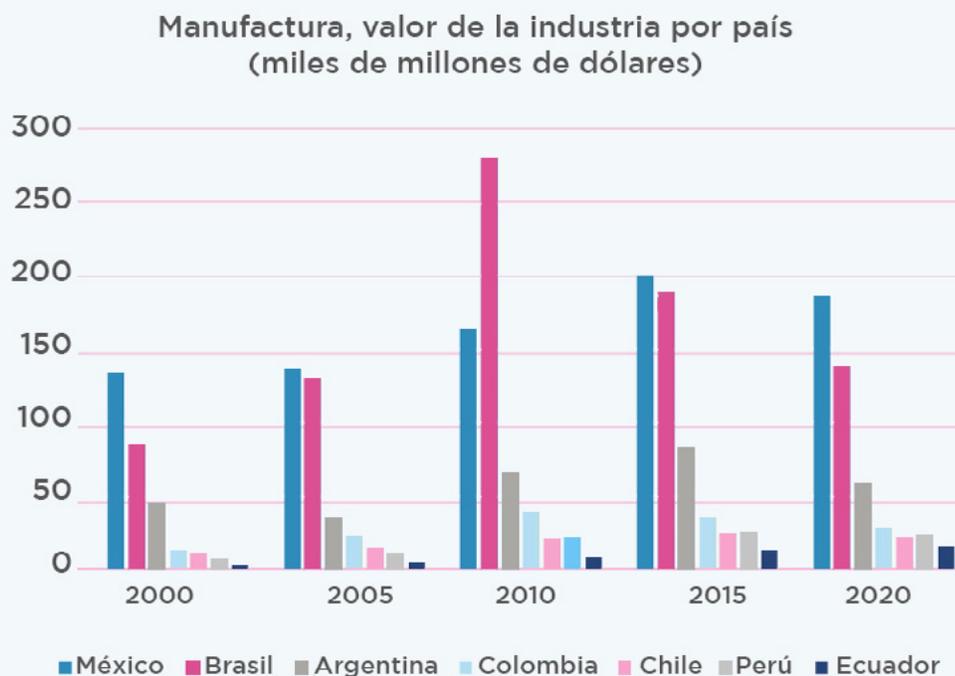


3 (World Bank & OECD, 2021)



En el caso de México, destaca además la resiliencia del sector en el período 2010-2020 ya que a pesar de haber decrecido ligeramente en términos reales, su decrecimiento es significativamente menor al del resto geografías Latinoamericanas. Poniendo foco en el caso de Brasil, el sector tuvo su punto álgido en 2010 debido a la sólida inercia experimentada durante los años anteriores en cuestión de inversión extranjera y crecimiento económico. Sin embargo, tuvo un decrecimiento notable en el año 2015 que se explica por la fuerte crisis económica que tuvo lugar de 2014 a 2016, la cual provocó un fuerte declive del consumo y la consecuente disminución de la producción y la demanda de los productos brasileños. También, la devaluación del real brasileño afectó el valor de la producción del sector.

Figura 8: Valor de la industria manufacturera por país (top 7 países de la región)



Fuente: Elaboración propia a partir de World Bank & OECD, 2021c



2.2 Estructura de la cadena de valor de manufactura

2.2.1 Caracterización de la cadena de valor en la región

Para comprender la situación actual de la cadena de valor en el sector de manufactura en América Latina y el Caribe, es necesario remontarnos al período 1950-1990, en el que una parte importante de las economías latinoamericanas basó su desarrollo en políticas de sustitución de importaciones. Estas políticas venían a su vez acompañadas de aranceles y subsidios para incentivar producciones y consumos locales.

A partir de 1990, diversas economías de la región lideradas por Chile y México comienzan con un proceso de integración de cadenas de valor globales motivadas por factores principalmente políticos, económicos y sociales. Políticos, bajo una lógica de libre mercado para mejorarla economía y atraer inversión. Económicos, pues se pretendía aumentar los ingresos a través de la exportación, reduciendo la dependencia del mercado interno y las importaciones. Sociales, puesto que ambos países buscaban mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos para crear nuevas y mayores fuentes de empleo⁴. Una evidencia de este fenómeno es que Chile y México están dentro del TOP 5 de países con los mayores tratados de libre comercio.

4 (Río Sánchez & Javier, 2009)

Este cambio de enfoque constituyó las bases de la estructura actual del sector de manufactura en la región. Conforme se acentuó la transformación hacia el comercio global, América Latina y el Caribe crearon un sector basado en la especialización de actividades productivas de baja complejidad, en ventajas competitivas asociadas a la explotación de recursos naturales abundantes y en el bajo costo de la mano de obra⁵. Es por ello que, con algunas excepciones, la manufactura de la región mantiene hasta la fecha, en general, un bajo nivel de madurez tecnológico relativo a otras latitudes en el mundo.

Según se muestra en la Figura 9, en el inicio de la industrialización orientada a la exportación el porcentaje de exportaciones de manufactura de contenido tecnológico se incrementó temporalmente. Sin embargo, dicho porcentaje ha disminuido consistentemente desde inicios del siglo XXI debido a una serie de factores como: los cambios económicos mundiales, la eficiencia de la producción y el aumento de la mano de obra barata en otras partes del mundo como en China.

Además, del proteccionismo comercial por parte de algunas potencias y la falta de inversión en la región.

5 (Lauxmann et al., 2020)

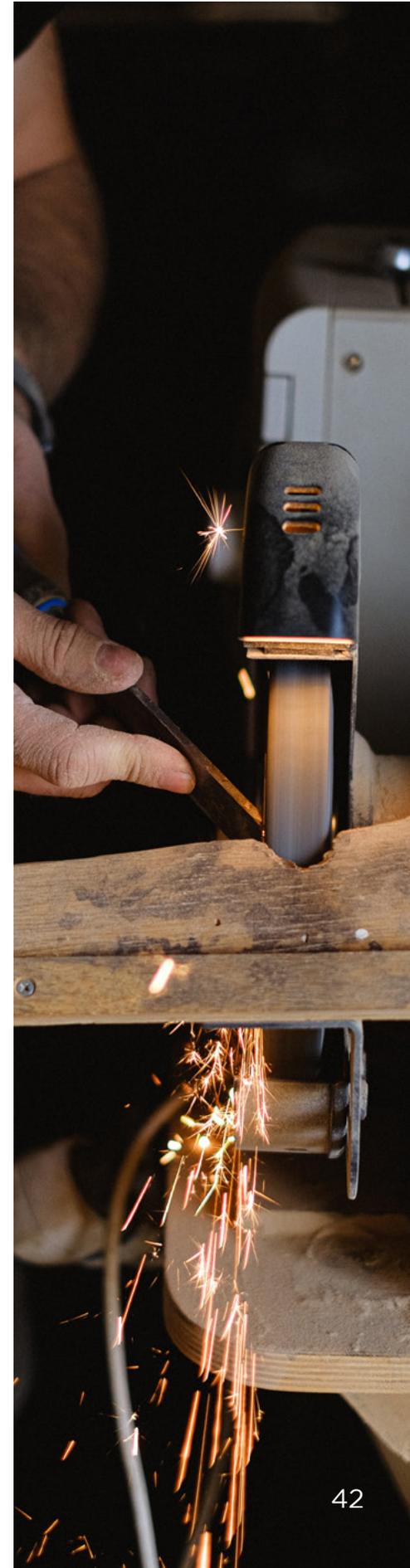


Figura 9: Evolución del porcentaje de exportación de manufacturas de contenido tecnológico de América Latina y Caribe (1995-2020)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Bank complementados con Lauxmann et al., 2020

El cambio de paradigma de las últimas décadas -liderado por una estrategia de integración global de las cadenas de valor en la región- ha generado que, salvo algunas excepciones, se produzca un rezago en la digitalización y adopción de tecnologías en el sector a nivel regional⁶, principalmente debido a la capacidad de la industria de generar lucro económico a partir de productos de baja complejidad productiva o de poco valor agregado.

6 (Maser, 2022)



Durante los últimos años, la pandemia mundial del COVID-19 y eventos como la guerra entre Rusia y Ucrania, han evidenciado los riesgos en las cadenas de suministro globales de una excesiva dependencia externa asociada a la alta concentración de manufacturas sofisticadas en algunas geografías específicas como las fábricas de dispositivos tecnológicos, componentes electrónicos y automotrices en Asia y Estados Unidos.

Esto denota la necesidad de un cambio de estrategia que apunte hacia modelos centrados en polos productivos regionales, con socios de confianza y que aseguren más resiliencia y capacidad de respuesta. Lo anterior busca reducir la dependencia de terceras economías para satisfacer la demanda de insumos o productos terminados e integrarse con flujos logísticos de menor duración y con menor propensión a ser afectados por factores externos que causan interrupción en las cadenas de valor.

Por último, el cambio climático también ha incentivado la transformación y trasladado el foco a la preservación del medioambiente. El cumplimiento del Acuerdo de París firmado en 2015 es un claro ejemplo de la relevancia para los países y, por ende, las organizaciones, de tomar acciones para mitigar el cambio climático, puesto que el sector industrial se caracteriza por un elevado consumo energético y un alto impacto ambiental.

Esto último es relevante en el caso de América Latina y el Caribe dada la alta proporción de actividades de manufactura relacionadas con la extracción y procesamiento de recursos naturales. Gracias al acuerdo, las organizaciones comienzan a moverse hacia una cadena de valor más sostenible, adaptándose o adelantándose a las exigencias tanto regulatorias como del mercado, con un alto foco en la transición de energías carbono-dependientes hacia modelos operacionales soportados por energías renovables y que involucren principios de economías circulares.



2.2.2 Particularidades de la región dentro de países seleccionados

Si bien en términos generales gran parte de la región se ha centrado en la explotación de recursos o la producción de bajo valor agregado en comparación con otras zonas económicas, existen particularidades a nivel de cadena de valor asociadas a las diferentes geografías dentro de la región.

Para entender la lógica del desarrollo del sector manufacturero, es necesario comprender los focos económicos en términos productivos, donde más allá de la manufactura, la mayoría de los países sustentan su economía a partir de abundantes materias primas, sin contar con incentivos naturales para desarrollar capacidades de manufactura de valor agregado.

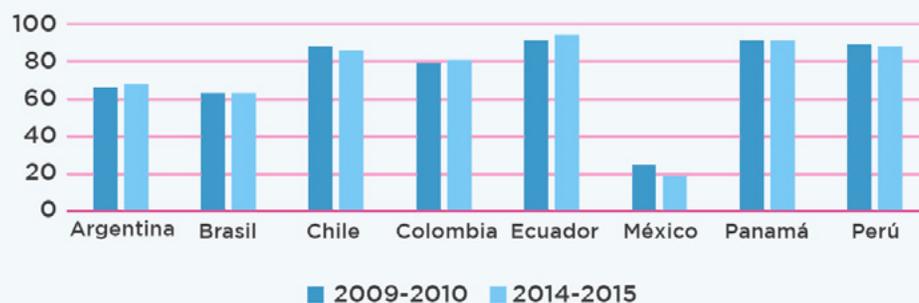
Con respecto a los países contemplados, México tiene el menor porcentaje de exportación de materias primas con respecto a su total de exportación de mercancías con un 19%, seguido de Brasil y Argentina en donde este indicador se eleva hasta un 63% y 68%, respectivamente. Mientras tanto, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, completan el top 6 en el ranking con más de 80% de sus exportaciones asociadas a materias primas, lo cual implica un alto nivel de dependencia y foco productivo orientado a productos sin valor agregado. En resumen, con las excepciones de México y, en menor medida, Brasil y Argentina, la mayoría de los países de esta región son muy dependientes de actividades primarias⁷.

7 (Cabrera Valencia, 2019)





Figura 10: Porcentaje de exportación de materias primas con respecto al total de mercancías (%)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Cabrera Valencia, 2019

Así mismo, cabe destacar que la mayoría de los países de la región no solamente son dependientes de la exportación de materias primas, sino que sus exportaciones se encuentran concentradas en un pequeño número de productos⁸. Al considerar la situación de Chile, Colombia, Ecuador y Perú, sus manufacturas se concentran en subsectores de baja complejidad a nivel de manufactura: los que consideran minería de cobre, nitratos y litio, productos de extracción no metálica como cemento y vidrio o actividades de producción asociadas al papel y la madera. En todos los casos siendo productos de un carácter básico con poca diferenciación.

8 (Cabrera Valencia, 2019)

En el caso de México, se destaca la alta participación de manufactura de vehículos, maquinarias y equipamientos, componentes electrónicos y equipos de cómputo. Por su parte, Argentina y Brasil, si bien tienen una alta dependencia con respecto a las actividades primarias, también son expertos en manufactura de vehículos, maquinarias de equipamiento y de otros productos terminados que se derivan de metales, plástico y madera. En el caso de Brasil, destacan también la producción de componentes electrónicos y equipo de cómputo.

En función del desarrollo productivo actual, Argentina, Brasil y México son candidatos para posicionarse como los principales polos productivos a nivel regional, que permitan mitigar el riesgo de desabastecimiento observado por las condiciones económicas y eventos globales de los últimos años.

En el caso de la industria automotriz, Argentina, Brasil y México, son puntos estratégicos donde grandes empresas han instalado capacidad, junto con sus proveedores, para satisfacer la demanda local. Otro ejemplo es la industria del papel y sus derivados en las que, al existir una lógica de bienes de consumo, hace sentido instalar capacidad para minimizar los costos de transporte asociados a productos como pañales y papel higiénico. De la misma manera, los productos enfocados a la industria de la construcción, como lo son el cemento, el hormigón y la cal, se producen en la región para satisfacer la demanda de esta, principalmente por la disponibilidad de materias primas para su producción local y la eficiencia generada al reducir los traslados de bienes de alto peso y volumen.



2.3 Potencial impacto de situación geopolítica actual

Los recientes acontecimientos geopolíticos generaron una ventana de oportunidad para que América Latina y el Caribe puedan beneficiarse con la reimportación de la manufactura localizada en geografías como China. Fenómenos asociados con la pandemia del COVID-19 y el conflicto armado entre Rusia y Ucrania evidenciaron los efectos que la interrupción del suministro puede tener en cadenas de valor complejas. Otro factor relevante que contribuye a esta oportunidad es el cambio de las relaciones políticas entre los países occidentales y China, debido a las fricciones comerciales iniciadas a partir de 2018 e incrementadas a partir de la pandemia y los conflictos armados recientes, con un efecto en la percepción y el relacionamiento de los demás países occidentales con el país asiático y algunos de sus aliados. Con esto último, se incentiva, una nueva ola de relocalización, pero con una lógica de *Friendshoring*, en la que la alineación de valores es igualmente importante en la decisión de las geografías a priorizar.

Por un lado, la pandemia y la guerra ralentizaron las cadenas de valor y demostraron las desventajas de la excesiva dependencia de geografías específicas, que además, se traducen en largas distancias, tiempos de traslado y aumento del coste de transporte marítimo. Por dar un ejemplo: China representaba, hasta 2020, un 20.7% de las importaciones de la región⁹.

9 (World Bank, 2022) revisado el 10 de noviembre del 2022





Otro factor que influye en este fenómeno es que varias de las ventajas competitivas de geografías como China han ido diluyéndose con el tiempo. Por un lado, los costos laborales se han incrementado a lo largo de las últimas décadas dejando de ser centros productivos de bajísimo costo, como resultado de mejoras en las condiciones del trabajo. Adicionalmente, el reciente cambio de política interna en China y el “acoso” regulatorio a múltiples sectores industriales, combinado con la política de cero covid han restado atractividad y certidumbre a las inversiones en aquella geografía. Por último, las tensiones comerciales de la última década y el alineamiento en bloque con Rusia han posicionado a China como un *partner* menos idóneo para el comercio de bienes.

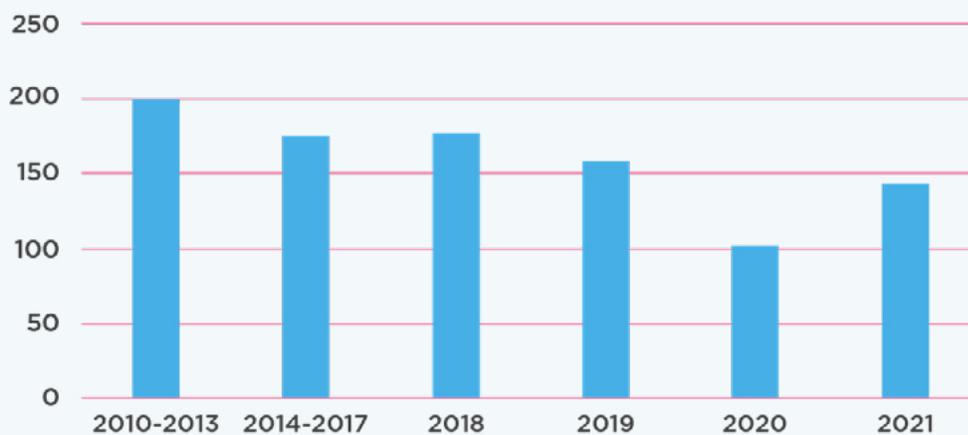
Esos y otros factores han causado que China haya ido perdiendo relevancia en el mundo de la manufactura mundial en los últimos años¹⁰, trasladándose dichas operaciones a nuevos polos productivos más cercanos a los destinos finales de los bienes. Algunos países de América Latina y el Caribe, como México y Brasil, se posicionan como candidatos naturales para atraer parte de esas inversiones.

Es evidente que las condiciones geopolíticas y económicas globales favorecen la desconcentración del sector manufacturero. Sin embargo, para materializar la oportunidad, es importante que los países latinoamericanos garanticen entornos que den certidumbre y estabilidad a la región. En ese sentido, es importante incrementar la seguridad jurídica y evitar políticas excesivamente intervencionistas que, en el pasado, se han traducido en movimientos de expropiación que le restan atractivos a la región.

10 (CNBC & LaRocco, 2022)

Otro ámbito en el que se recomienda trabajar para atraer el establecimiento de polos manufactureros, es el desarrollo de políticas estructuradas de largo plazo que garanticen incentivos a este tipo de inversiones. En ese sentido, el desafío no es menor ya que, en la última década, América Latina ha experimentado inestabilidad social y política que en muchas ocasiones se ha trasladado al plano económico. Esto se puede observar en el decrecimiento que tuvo la inversión extranjera directa (IED) en la región ALC la década pasada, donde el único pico de crecimiento fue de 2017 a 2018 con un 1%, experimentando la contracción más fuerte del periodo en el 2020 debido a la pandemia del COVID¹¹.

Figura 11: Flujos de Inversión extranjera directa en la región ALC en miles de millones de dólares



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Naciones Unidas, 2022

11 (United Nations & Zhan, 2020)

2.4 Situación actual de la manufactura y comercio minorista en ALC

En esta sección se expone el estado de la Transformación Digital en las compañías manufactureras y minoristas de América Latina y el Caribe. A partir de un entendimiento inicial de los principales retos de negocio que están enfrentando estas organizaciones, la sección profundiza en el nivel de digitalización en el que se encuentran las compañías a la hora de abordar estos retos de negocio y las barreras que se les están presentando en su proceso de Transformación Digital.

Con el objetivo de proporcionar una visión integral de la digitalización en toda la cadena de valor de los sectores, se incluyeron también en el estudio una serie de entrevistas con PYMEs y *start ups* proveedores de productos y servicios dentro del ecosistema industrial.

2.4.1 Necesidades actuales de las organizaciones del sector manufactura

Derivado del contexto macroeconómico y la situación del mercado tras la pandemia (ver detalle en las secciones 2.1-2.3), las compañías del sector manufacturero están enfrentando importantes desafíos para poder asegurar la continuidad del negocio y mantener su competitividad en el mercado.

Entre los impactos más relevantes del contexto socioeconómico actual de la región de ALC en estos sectores destacan los siguientes:

- Aumento del precio de los productos y servicios por la inflación
- Desabastecimiento de productos y componentes debido a interrupciones en las cadenas de producción y suministro
- Cambios en hábitos de consumo de los clientes hacia productos de organizaciones con una reputación de responsabilidad social
- Falta de certidumbre jurídica y de gobernabilidad para inversiones de largo plazo
- Cambios en demanda y procesos resultantes de regulación medioambiental y normativa arancelaria
- Escasez de mano de obra calificada

Esta nueva realidad ha tenido importantes implicaciones en el modelo de negocio y operativo de las organizaciones, las cuales se están viendo obligadas a adaptar sus productos y reestructurar sus operaciones para mantener los márgenes y poder hacer frente a las nuevas dinámicas del mercado.

A partir del análisis realizado, se identificaron las principales necesidades a las que se enfrentan las organizaciones del sector:

1. Incrementar productividad y asegurar continuidad operativa
2. Aumentar la eficiencia
3. Mejorar trazabilidad y reducir riesgos operativos y de mercado
4. Mejorar la capacidad de respuesta de la cadena de valor
5. Adaptarse a nuevos enfoques de gestión de talento
6. Incorporar metas ambientales en la operación

A continuación, se profundiza sobre cada una de esas necesidades.



Incrementar la productividad y asegurar la continuidad operacional

Para incrementar la productividad y asegurar la resiliencia operativa, la continuidad de los procesos es un factor crítico. El 73% de las organizaciones consideran fundamental contar con procesos operativos flexibles para evitar interrupciones en la operación, ya sea por factores externos como periodos de contingencia o condiciones adversas en el mercado o factores internos como fallas en los sistemas de producción o mala planificación en la adquisición de insumos.

A pesar de que estas interrupciones puedan generar importantes pérdidas en los resultados de las manufactureras, el análisis evidencia que existe una carencia de soluciones digitales con capacidades analíticas entre las organizaciones que habiliten la gestión oportuna de los riesgos operacionales, principalmente entre las compañías de subsectores de industria pesada.



Para el caso de las compañías más avanzadas digitalmente, su principal reto es lograr la convergencia entre las tecnologías de la información (TI - Sistemas) y las tecnologías de la operación (TO - Máquinas y sensores) para integrar los eventos del proceso físico con la información recopilada en los sistemas y los procesadores de datos. La convergencia de estas tecnologías se da en la automatización inteligente de procesos pero también en el monitoreo de los mismos y es necesaria para habilitar la aplicación de tecnologías con el objetivo de operar los procesos y disponer de análisis de información en tiempo real para la detección temprana de desvíos o alertas en la producción.

Se identifica el caso de una compañía del sector de metalurgia en Argentina, que busca reducir, incluso, en las pérdidas en producción asociadas a intervenciones de mantenimiento no planificadas por medio de implementar modelos de monitoreo y análisis prescriptivo para el mantenimiento proactivo de los equipos de sus plantas de procesamiento.

Aumentar la eficiencia

De acuerdo con los resultados de las entrevistas realizadas, el 94% de las compañías de manufactura han mencionado que uno de sus principales focos estratégicos es incrementar su eficiencia para mejorar el desempeño de sus procesos y reducir costos de producción sin afectar la calidad de los productos fabricados.

En el sector de manufactura, la búsqueda de eficiencias se centra en la productividad de los procesos de fabricación. La presión por mantener los márgenes operativos está llevando a las compañías a buscar soluciones que permitan optimizar el uso de recursos y mejorar inventarios a través de la digitalización y automatización de procesos. El 88% de los participantes del estudio declaran contar con plantas de producción automatizadas o semiautomatizadas soportadas con sistemas de ejecución de manufactura MES (por sus siglas en inglés *Manufacturing Execution System*).



En el caso del comercio minorista, la capacidad de las organizaciones para reducir los costos operativos es crítica para asegurar su rentabilidad. En este caso, la eficiencia operativa está más enfocada en los procesos de planificación de la cadena de suministro y las operaciones en tienda.

Mejorar trazabilidad y reducir riesgos operativos y de mercado

La serie de eventos recientes como la pandemia de COVID 19 o el conflicto bélico en Europa del Este, han evidenciado un impacto en el desabastecimiento de materias primas e insumos para la producción y comercialización en la región. Según el 78% de las compañías entrevistadas, mejorar la trazabilidad en la cadena de suministro e incrementar su resiliencia frente a eventos adversos, tales como cierres temporales o restricciones gubernamentales, es clave para afrontar los periodos de incertidumbre en el abastecimiento de productos.

En este sentido, una de las prioridades de las compañías es disponer de las herramientas digitales adecuadas para poder monitorear en tiempo real sus procesos productivos e identificar anticipadamente potenciales riesgos en toda la cadena de suministro. Lo anterior abarca toda la cadena desde proveedores de materias primas e insumos hasta operadores logísticos.

Así mismo, contar con operaciones resilientes permite a las organizaciones de ambos sectores acelerar los tiempos de transformación y reestructuración de sus actividades ante cualquier imprevisto en el mercado.



Mejorar la capacidad de respuesta de la cadena de valor

Adicional a los desafíos existentes en las actividades de producción, la industria presenta retos importantes en los procesos de planificación y gestión comercial. Para el 78% de las compañías entrevistadas, los cambios en los patrones de consumo de los clientes y los problemas de abastecimiento de determinados insumos están generando un reto importante a la hora de balancear la oferta y la demanda.

Para poder responder adecuadamente a los cambios en la demanda que puedan afectar los procesos y planes de producción, las organizaciones necesitan mejorar la integración y la cercanía con sus distribuidores y clientes directos. Entender en tiempo real el comportamiento de todos los agentes que participan en la cadena de valor, ayudaría a las compañías manufactureras a anticiparse a potenciales cambios en el mercado y agilizar los tiempos de adaptación de sus procesos y productos.

En el caso del comercio minorista, las plataformas de *marketplace* han generado ventajas en términos de automatización de la atención comercial, visibilidad de los inventarios y capacidades para llegar a un mayor número de clientes, habilitando nuevas líneas de ingresos. Sin embargo, prevalece el reto de implantar soluciones de analítica avanzada para aprovechar los datos comerciales, de consumo y de comportamiento de los clientes para poder anticiparse a cambios en la demanda y mejorar los resultados.

Adaptarse a nuevos enfoques de gestión de talento

En el contexto actual de Industria 4.0, donde la digitalización está generando cambios constantes y cada vez más acelerados en el entorno del mercado, la gestión del talento representa un enorme desafío para las compañías, que deben encontrar la fórmula para adaptarse a este nuevo contexto con el objetivo de asegurar la atracción, el crecimiento y la retención del mejor talento.

Entre las dificultades más relevantes al atraer y gestionar el talento por parte de las compañías del sector de manufactura y comercio minorista en la región, se destacan las siguientes:

- Escasez de mano de obra y talento especializado en soluciones digitales
- Alta rotación de los nuevos perfiles digitales
- Falta de conocimiento digital en las posiciones de liderazgo
- Ineficiencias en la gestión de operaciones híbridas

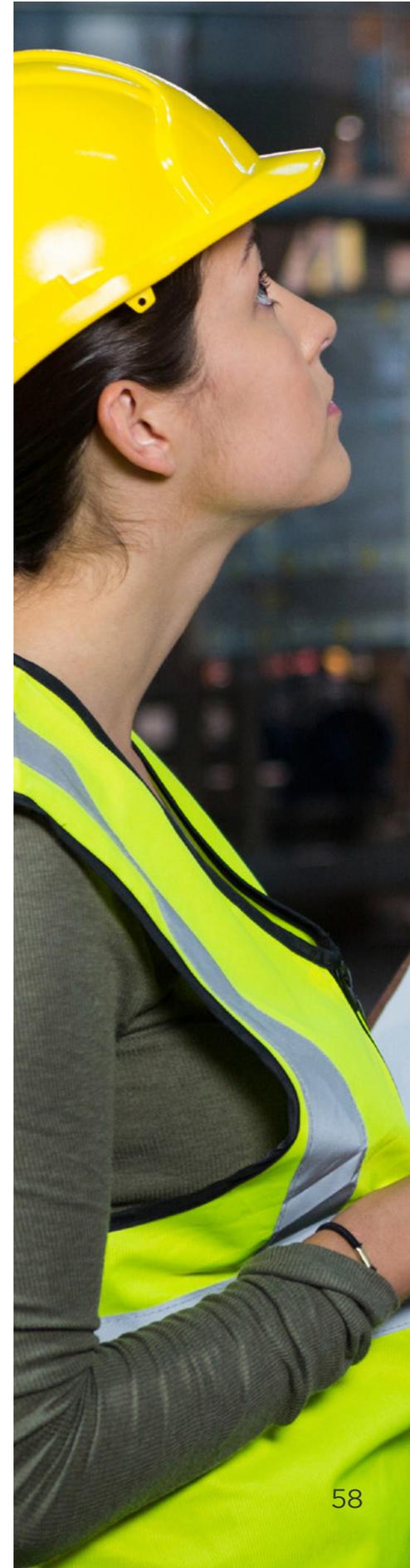
La necesidad de talento híbrido, con conocimiento especializado del negocio y competencias digitales sólidas, se identifica principalmente en posiciones tácticas y operativas, pero tiene un alto impacto en todas las áreas de la organización.



Si bien se ha identificado que el 85% de los participantes del estudio ha incorporado perfiles especializados para tareas de carácter digital, aún existe una brecha importante en la incorporación de habilidades digitales para los puestos directivos y mandos medios. En el caso de los directivos, dicho conocimiento se necesita para generar visiones más robustas de transformación en las que se tenga claridad de los riesgos y beneficios de tales programas. En el caso de los mandos medios y perfiles operativos la necesidad está asociada a adquirir o actualizar capacidades digitales necesarias para habilitar la transformación.

Incorporar metas ambientales en la operación

En los últimos años, se ha observado una mayor sensibilidad en los gobiernos de la región por incluir en sus agendas iniciativas asociadas a la sostenibilidad y la reducción del impacto del cambio climático. La inclusión de objetivos ambientales en las organizaciones puede darse por la regulación existente o como resultado de la intención de incursionar en mercados más regulados. A pesar de ello, en el sector de manufactura aún existe un camino por recorrer en esta materia, ya que tan sólo el 48% de las compañías entrevistadas ha mencionado la sostenibilidad como un tema prioritario de la agenda de la alta dirección en el corto plazo.



Hasta el momento, las metas medioambientales en la región se han visto impulsadas principalmente por cambios regulatorios asociados al cumplimiento de los niveles de emisiones y la gestión de residuos, respondiendo o adelantándose a futuras normativas. Por ejemplo, en términos de emisiones, la región ha avanzado en la transición de energías carbono-dependientes hacia el uso de energías renovables, incluso, en algunos casos existen inversiones para producir energía propia a partir de mecanismos más “limpios” como el uso de paneles para reducir consumo energético y la sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos como los residuos.

Los resultados del estudio indican que el sector cuenta con una creciente conciencia sobre la relevancia de adoptar una cultura de sostenibilidad más desarrollada. Apenas 6% de las empresas participantes declararon no contar con un modelo de gestión de desempeño de prácticas enfocadas al medio ambiente. En ese mismo sentido, 14% declaró contar con prácticas avanzadas para monitorear y optimizar las emisiones que generan. También se logró identificar un 11% de empresas con iniciativas asociadas a ajustar sus modelos operativos hacia una visión de economía circular.

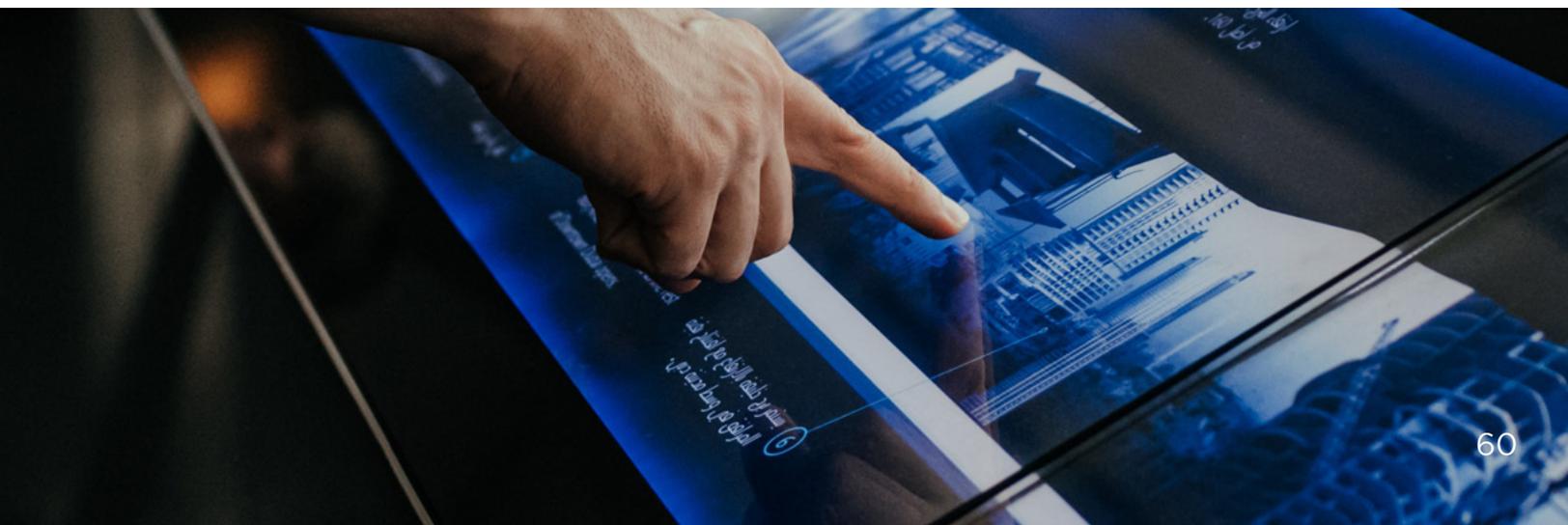


2.4.2 Situación actual de la Transformación Digital

La Transformación Digital se ha convertido en un elemento fundamental para poder abordar los retos que enfrenta el negocio en todo el ecosistema industrial. Sin embargo, como también ocurre en otras industrias, en los sectores de manufactura y comercio minorista en ALC, la Transformación Digital está rezagada cuando se compara con regiones como Estados Unidos, Europa y algunos países de Asia.

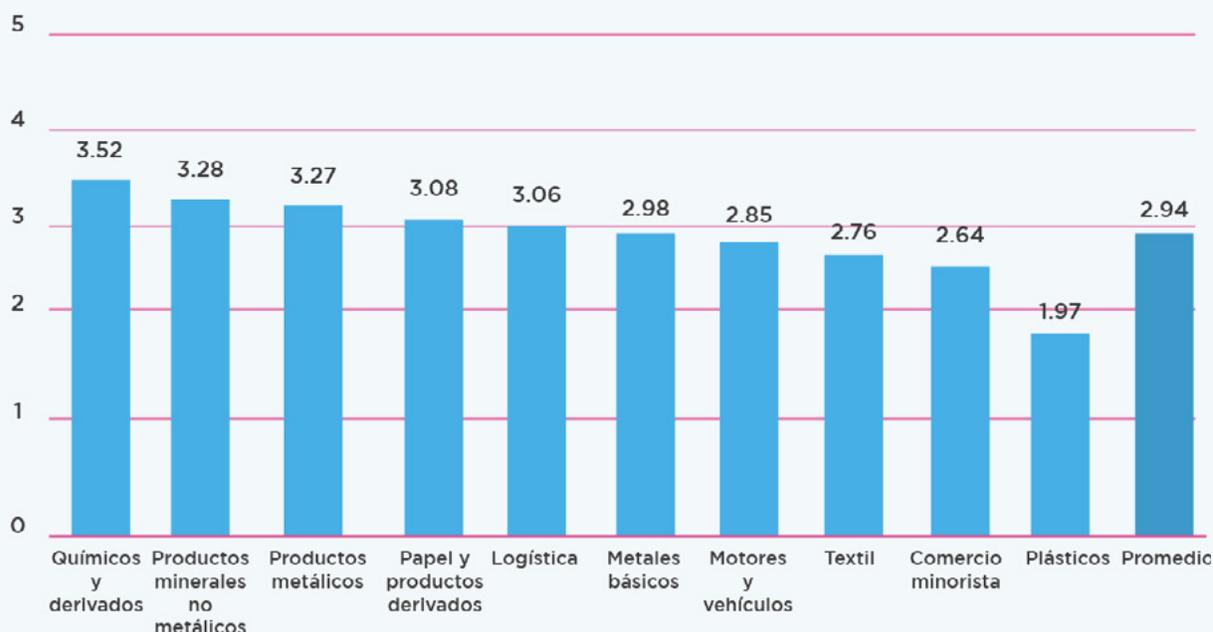
En el ranking digital del *International Institute of Management*, las economías más avanzadas de ALC, Chile y México, están ubicadas en las posiciones 41 y 55, respectivamente. A partir del análisis realizado, se identifica una oportunidad en términos de digitalización y automatización de procesos. Abordar esta brecha y fomentar la inversión en Transformación Digital es una palanca necesaria para mejorar la posición competitiva de América Latina y el Caribe como un polo productivo regional que destaque por su productividad, eficiencia y capacidad de respuesta para satisfacer de manera oportuna la demanda local y de otras economías como Estados Unidos y Europa.

Los resultados del análisis realizado sobre la muestra de empresas participantes reflejan que, en la región ALC, los sectores de Manufactura (2.97) y Comercio Minorista (2.64) presentan un nivel de madurez digital intermedio, situando el 90% de los subsectores analizados dentro de un rango promedio de madurez digital de 2.5 - 3.5 sobre un máximo de 5 puntos.



Estos resultados son esperados si se tiene en cuenta que, de acuerdo con los criterios de selección, las empresas participantes debían cumplir con un umbral mínimo de tamaño que a su vez implica que ya habían emprendido su *digital business journey*. En cualquier caso, el estado de madurez observado es insuficiente para aprovechar los beneficios de la Transformación Digital y asegurar la posición competitiva de dichos corporativos en el futuro.

Figura 12: Resultados de autoevaluación con herramienta de la madurez digital (por subsector)



Fuente: Elaboración propia en función de resultados del DMA

Aunque los resultados de la autoevaluación de madurez digital ofrecen una perspectiva del nivel de madurez es importante tener en cuenta la influencia de la muestra de empresas participantes. En esa línea, a pesar de haber subsectores con evaluaciones más altas, no se perciben grandes diferencias en madurez cuando se integran los resultados del análisis cualitativo. Un factor común de las organizaciones e industrias con las calificaciones más altas es el contar con una visión digital relativamente alineada con los retos del negocio y aterrizada en un plan estratégico de Transformación Digital que considera las necesidades de toda la organización.



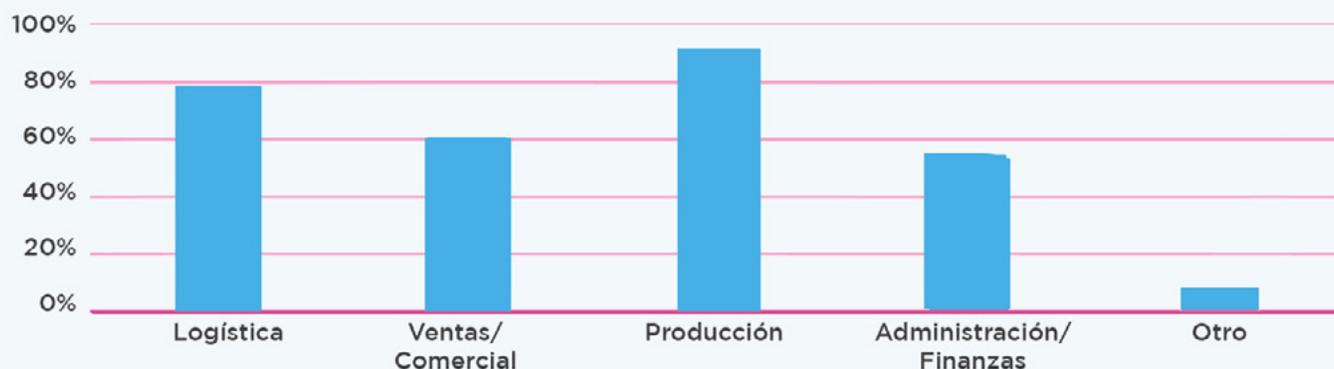
Este dato contrasta con el hecho de que el 77% de las compañías manufactureras entrevistadas, la Transformación Digital se aborda en silos o sin que exista una visión transversal. Las iniciativas digitales son identificadas de forma aislada por cada unidad de negocio y priorizadas por el área de tecnologías de la información con base en su retorno de inversión individual, sin considerar sinergias entre unidades de negocio, plantas de producción o países.

La ausencia de una visión global en torno a la Transformación Digital no solo impide que las compañías puedan maximizar el valor de la digitalización en su cadena de suministro, sino que tiene un impacto directo en los objetivos del negocio como por ejemplo a) Incremento de los gastos por duplicidad de licencias de software, b) Ineficiencias en la operación por problemas en la integración entre los sistemas, c) Cuellos de botella por diferentes niveles de digitalización en las unidades y d) Retrasos en las entregas por falta de visibilidad de los inventarios reales.

A nivel operativo, se identifica que los procesos más avanzados digitalmente son los logísticos y de producción. Mientras que donde se encuentran más áreas de oportunidad es en los procesos administrativos, incluyendo las funciones de finanzas, recursos humanos y legal.



Figura 13: Digitalización en los eslabones de la cadena de valor (% de respuestas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos recabados del DMA y entrevistas

A continuación, analizamos la madurez digital actual en las diferentes funciones de la cadena de valor y cómo las organizaciones están utilizando las nuevas tecnologías para abordar sus retos de negocio.

Logística

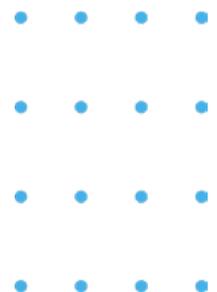
La Transformación Digital se ha convertido en un elemento esencial en el sector logístico para que las compañías logren alcanzar sus objetivos de mayor velocidad de entrega, trazabilidad de los pedidos y control de costos.

En los procesos de almacenamiento y logística de las empresas de la región se identifica una alta penetración de sistemas de gestión de almacenes (*Warehouse Management Systems*, WMS) y transporte (*Transport Management Systems*, TMS) que se combinan con tecnologías como la identificación por radiofrecuencia (*Radio Frequency Identification*, RFID), los códigos de barras y los dispositivos móviles, como *tablets* o *smartphones*. Estas tecnologías permiten a las compañías tener una mayor visibilidad y fiabilidad en la gestión de sus inventarios, así como la implementación de procesos *paperless*, pagos electrónicos y la propia firma digital.



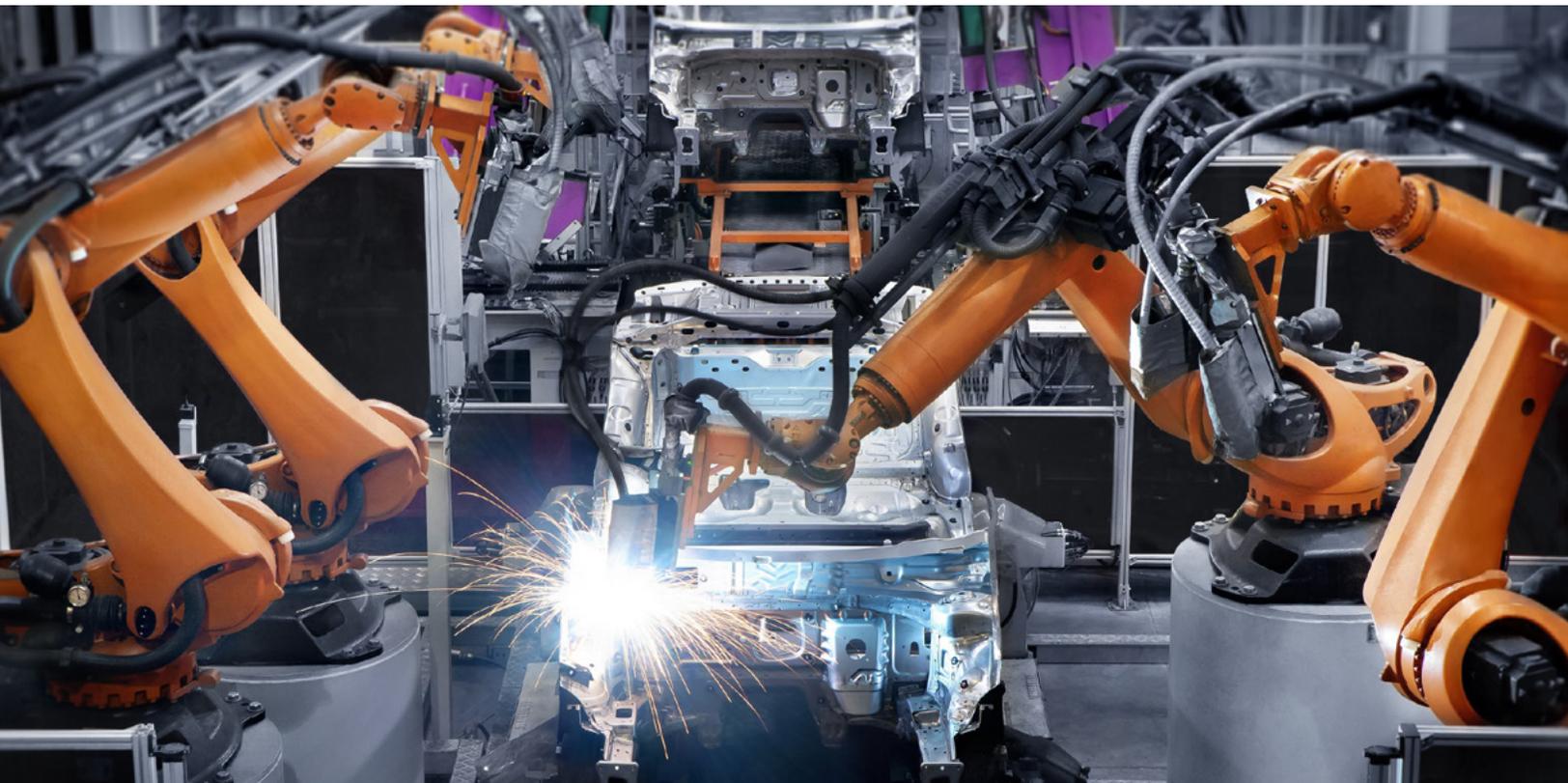
Si bien estas tecnologías les están empezando a ofrecer importantes beneficios a las organizaciones en términos de eficiencia, calidad del servicio o sostenibilidad, además, se identifican las siguientes áreas de oportunidad para continuar aprovechando los beneficios que ofrece la Transformación Digital en las operaciones logísticas. Por ejemplo:

- **Aprovechamiento del uso de los datos.** Los datos recopilados en las actividades logísticas tienen un alto valor para la toma de decisiones en los procesos de producción y ventas. Sin embargo, para poder aprovechar correctamente esta información y realizar análisis en tiempo real, es necesario que todos los dispositivos y sistemas de gestión logística estén conectados y perfectamente integrados con el sistema de planificación de recursos (*Enterprise Resource Planning, ERP*) y el resto de los sistemas de la organización. Para ello, es clave apalancarse en el uso de soluciones de *data-warehouse* y/o *data-lakes* que sirvan como base para la implementación de capacidades de analítica avanzada.



- **Automatización de los procesos logísticos.** Los procesos logísticos son un área natural de aplicación de soluciones como la inteligencia artificial, los vehículos autónomos, y el uso de *Big Data* combinado con sensores conectados al internet de las cosas (IoT) para monitoreo en tiempo real de las actividades. El 75% de las empresas participantes declaró estar implementado iniciativas enfocadas en la optimización logística a través de este tipo de tecnologías con distintos grados de avance y sofisticación.

En las actividades de transporte y distribución se destaca el uso de sistemas de geolocalización en la flota de vehículos, así como sistemas de planificación de rutas y trazabilidad de mercancías. Estos sistemas están permitiendo a las organizaciones optimizar las cargas en la red de transporte, las rutas de acuerdo con los pedidos, los vehículos disponibles, las condiciones meteorológicas, las condiciones de carreteras o el tráfico, y ofrecer a los clientes la posibilidad de darle seguimiento a sus pedidos en tiempo real.





Producción

Con la llegada de las redes 5G y los avances en tecnologías de vanguardia como el *Big Data*, la inteligencia artificial o el internet de las cosas (*Internet of Things*, IoT), los procesos productivos están evolucionando en los países más avanzados digitalmente¹² hacia un nuevo concepto de producción inteligente (en inglés, *Smart manufacturing*), donde todos los elementos de las plantas están conectados e interactúan entre ellos como una red, maximizando la productividad, y dando más flexibilidad y resiliencia a los procesos.

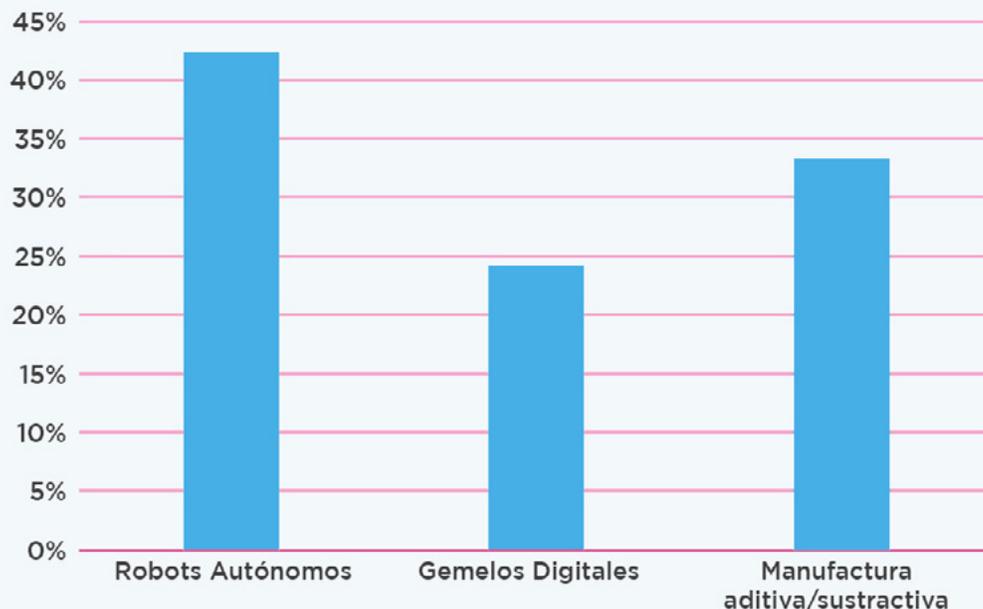
En este aspecto, de acuerdo con los resultados del análisis, en ALC se considera que el sector está actualmente en un estado de seguidor, ya que el proceso de evolución hacia un modelo de producción inteligente está siendo más lento que en otras regiones, lo que podría representar una amenaza para la competitividad de la industria de la región en el medio plazo.

Uno de los factores que está influyendo a la hora de dotar de inteligencia a las fábricas, es el retraso en el despliegue de redes 5G en la mayoría de los países de la región. En las principales ciudades de países como México, Brasil, Perú o Chile la disponibilidad de redes 5G es ya una realidad. Sin embargo, en ciertas zonas más rurales donde se ubican algunos parques industriales y plantas de producción todavía no se cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo de fábricas inteligentes.

12 (IMD WORLD DIGITAL COMPETITIVENESS RANKING 2022, s/f)

Con respecto a la penetración de tecnologías en las fábricas de la región, se identifican amplias diferencias entre las compañías participantes en el estudio. Si bien, el 43% de las compañías manufactureras entrevistadas afirman contar con líneas de ensamble automatizadas con robots, tan sólo el 24% de las mismas está haciendo uso de las nuevas tecnologías (sensores con IoT, *Digital Twins*, manufactura aditiva/sustractiva...) para hacer más eficiente sus procesos, optimizar el uso de los activos y los recursos energéticos, optimizar la tasa de producción y mejorar la calidad de sus productos. Por ejemplo, una organización automotriz en México que es capaz de monitorear en un centro de control integrado toda la línea de producción de sus vehículos, con haciendo seguimientos de calidad en tiempo real para identificar desvíos y ejecutar acciones correctivas en la línea de producción.

Figura 14: Porcentaje de adopción de tecnologías de producción



Fuente: Elaboración propia a partir de datos recabados del DMA y entrevistas

En las líneas de producción, se identifica una clara tendencia a la incorporación de sensores y otros dispositivos de medición para supervisar el desempeño de las máquinas y tomar decisiones a larga distancia asociadas a la planificación, la producción, el mantenimiento de los activos, entre otros.

Sin embargo, al igual que en el caso de los procesos logísticos, sigue existiendo un área de oportunidad en el uso de los datos recopilados, ya que, a pesar de que el 66% de las compañías declaran contar con capacidades tecnológicas y el conocimiento interno para realizar análisis que detonen decisiones de mantenimiento predictivo, esto no se concluyó en los resultados de las entrevistas en las que muchas de las iniciativas estaban en proceso de ser implementadas o lo estaban en eslabones aislados del propio proceso.

En este sentido, uno de los principales retos a lograr es la convergencia entre las tecnologías de la operación y las tecnologías de la información para compartir los datos entre las máquinas, dispositivos y sistemas de la organización e integrar dichos análisis en la toma de decisiones.

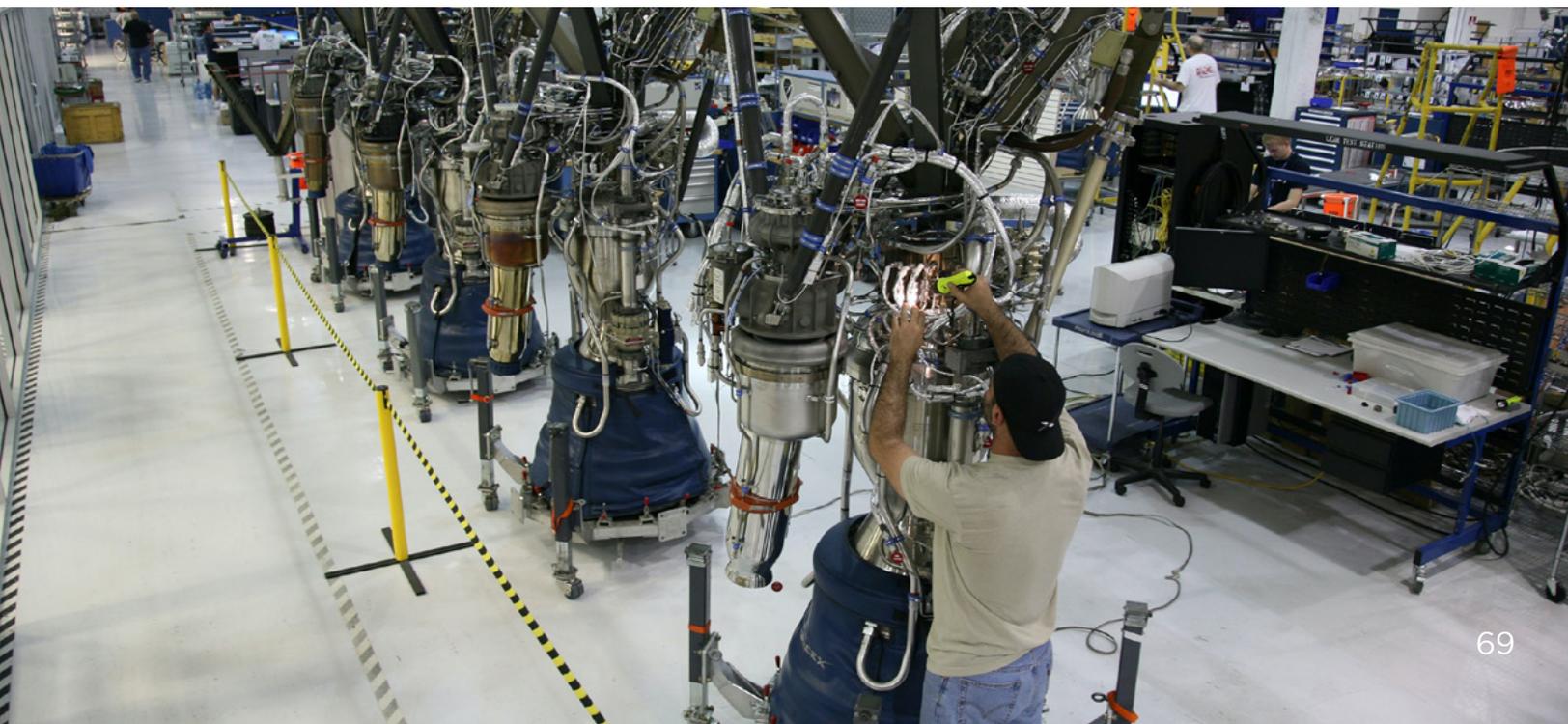


Ventas y Servicio al cliente

En las áreas de Ventas y Servicio al cliente cabe destacar la relevancia que están adquiriendo los canales digitales a raíz de la pandemia. En el sector de comercio minorista, todas las compañías entrevistadas cuentan con canales digitales tanto para ventas, como para servicio al cliente, mientras que, en el sector de manufactura, la presencia declarada es de apenas el 60%.

La digitalización de los canales de atención se está produciendo en dos direcciones: (1) habilitación de canales 100% digitales como plataformas de comercio electrónico y redes sociales, y (2) despliegue de nuevas soluciones digitales en canales tradicionales, como el fortalecimiento de ventas con dispositivos electrónicos para la captación de los pedidos (manufactura) y la inclusión de dispositivos que emiten señales para su identificación (*beacons*) códigos QR o realidad aumentada en las tiendas físicas en el caso del comercio minorista.

Una asignatura pendiente está asociada a las plataformas de servicio al cliente en donde los principales métodos caracterizados en la manufactura continúan siendo los *call center*, las llamadas y los correos electrónicos. Esto contrasta con el comercio minorista en el que se ha avanzado mucho más en plataformas de autogestión de clientes que involucran el uso del canal digital para la gestión de solicitudes y reclamos.



Transformar digitalmente los procesos comerciales ha brindado grandes beneficios entre las compañías entrevistadas. Además de un incremento de las ventas y mayor satisfacción de los clientes, la digitalización del canal comercial permite disminuir considerablemente el costo marginal de venta por cliente, habilitando disminución de los precios y, por lo tanto, permitiendo a las organizaciones atender un mercado mucho más grande.

En cuanto a los desafíos a la hora de digitalizar sus procesos de ventas y atención al cliente, las organizaciones han mencionado los siguientes:

- **Omnicanalidad y multicanalidad.** Una estrategia omnicanal requiere de una sincronización que permita a un cliente iniciar un proceso de venta en cualquier canal y continuarlo por otro sin perder la trazabilidad. Si bien, en el caso del comercio minorista la tendencia es hacia la omnicanalidad, en el caso de la manufactura la mayor parte de las empresas aún se encuentran en una fase temprana de desarrollo de sus canales digitales (multicanalidad). Ambas tendencias suponen un reto importante en relación con la integración de los sistemas, el gobierno del dato y la implementación de herramientas como los *Customer Engagement Centers* (CEC). Adicionalmente, la introducción de nuevos canales implica abordar retos entre los cuales están la posible canibalización de ventas, el ajuste de los procesos de negocio y la eventual necesidad de reforzar la organización con nuevos perfiles. Esto último, es de particular importancia en el caso de industrias que toman la decisión de atacar directamente al consumidor final (*Business to Consumer*, B2C).





- **Retorno de la inversión.** En subsectores o compañías con bajo número de clientes o bajo nivel de demanda de productos, el costo de inversión en el despliegue de canales digitales dificulta la justificación financiera de la inversión. Esta situación es más común en corporativos que no cuentan con una estrategia integral de Transformación Digital y que por tanto gestionan la digitalización como iniciativas en silos, lo que les impide capturar sinergias entre ellas e impulsar cambios transformadores que habiliten el acceso a nuevos mercados o modelos de negocio. En el caso de la manufactura, la composición de la demanda se traduce en clientes mayoritariamente del segmento B2B (*Business to Business*) que están acostumbrados a métodos tradicionales para captura de pedidos lo cual implica en iniciativas de canal digital con una lógica distinta de la que se requiere en el caso del canal B2C y que requiere de gestión del cambio para incrementar la adopción de forma que la inversión pueda justificarse en el largo plazo.

A pesar de lo anterior, en el caso del sector manufactura, el 26% de las compañías declaró contar con canales digitales robustos orientados hacia la omnicanalidad que buscan integrar el concepto de autogestión de cliente como una palanca de eficiencia.

Funciones de soporte

En las áreas de soporte como Finanzas, Recursos Humanos o Compras, la digitalización de las compañías del sector en ALC se centra en la sistematización de las tareas y la automatización de los procesos, principalmente mediante tecnologías de Automatización Robótica de Procesos (en inglés *Robotic Process Automation*, RPA) y las herramientas para gestión de procesos (en inglés, *Business Process Management*, BPM) que sirven para la automatización y monitoreo de flujos de trabajo.

Actualmente, entre las compañías entrevistadas de la región sigue habiendo una fuerte presencia de procesos administrativos manuales y un elevado uso de herramientas como Excel para generación de reportes y hojas de cálculo, seguimiento de pedidos, operaciones contables a todos los niveles, pero sobre todo entre los proveedores y compañías manufactureras de menor tamaño.

En este aspecto, el 85% de las compañías están priorizando la automatización de procesos transaccionales donde la complejidad de automatización es baja y los retornos de inversión son elevados (por ejemplo, procesamiento de facturas), frente a un 14% de las compañías que declaran estar implementando iniciativas de digitalización de actividades más robustas y asociadas a procesos del back-office que involucran interactuar con más sistemas y requieren la combinación de tecnologías más sofisticadas con capacidades de analítica avanzada y, en ocasiones, soportadas por inteligencia artificial.



Es importante contextualizar que, independientemente del grado de sofisticación de las automatizaciones, estas tienden a darse en determinadas actividades de un proceso y rara vez no en la totalidad de este. En ese sentido, es común que se mantengan actividades manuales ya sea para revisar, validar o conectar unas tareas con otras.

Entre los principales retos para la automatización de los procesos o partes de estos se han identificado los siguientes:

- Alineación de intereses entre *stakeholders* y priorización de iniciativas
- Estandarización y grado de madurez de los procesos
- Arquitectura tecnológica e integración entre los sistemas
- Disponibilidad de capacidades técnicas para el desarrollo de soluciones de automatización más complejas
- Estructuración del gobierno de la automatización





Sostenibilidad

En términos de sostenibilidad, se observa un nivel básico en el que la digitalización se utiliza principalmente para el monitoreo de datos de emisiones y la optimización en el consumo de recursos. Las organizaciones participantes declararon una tendencia a priorizar iniciativas de sostenibilidad cuando estas están ligadas a un beneficio adicional de eficiencia operativa.

En esa línea, se observa una mayor presencia de soluciones enfocadas en abordar la dimensión económica y ambiental de la sostenibilidad buscando incrementar el rendimiento de las materias primas a través de la sustitución o el reaprovechamiento lo que a su vez impacta en la reducción de costes. Algo similar ocurre con soluciones enfocadas en reducir emisiones o consumo energético.

Otro factor importante por el que las organizaciones deciden incursionar en este tipo de iniciativas es el aspecto reputacional que cada vez está más presente en la mente del consumidor y que, de no abordarse, puede significar riesgos cuya consecuencia es mayor que los costos de implementar soluciones para mitigarlos.





En el caso del ámbito social de la sostenibilidad fue observado un menor foco hacia iniciativas enfocadas en la inclusión más allá de aquella relacionada con el género en donde si bien existen esfuerzos, la mayor parte de las empresas reconoce que aún prevalece una brecha importante en la participación de mujeres en el sector.

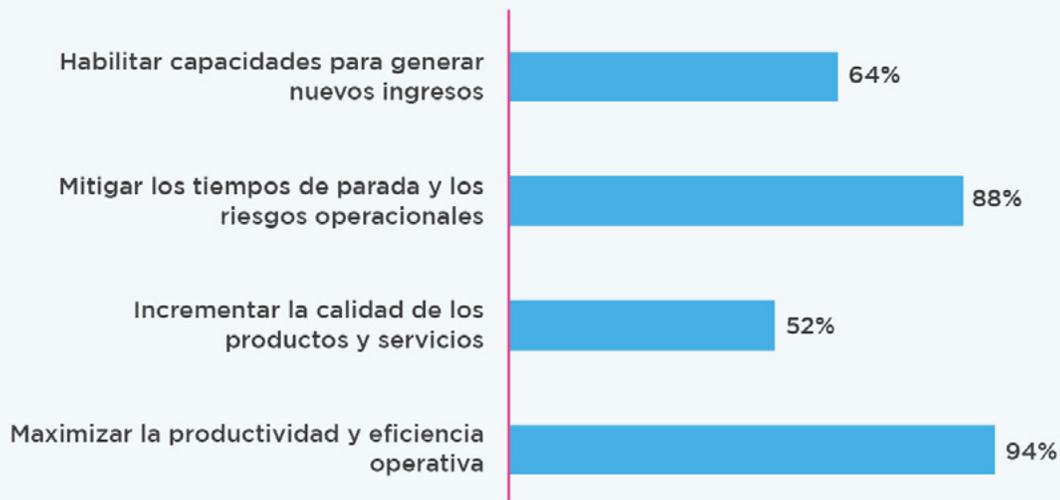
Entre las soluciones más mencionadas, se destaca la incorporación de modelos de operación *paperless* o el uso de sensores para capturar datos medioambientales y de gestión de recursos. En niveles más avanzados, se identifica el uso de sistemas de gestión para el control de métricas de impacto ambiental integrados con datos de la operación y la generación de reportes, en tiempo real para hacer seguimiento de las metas de sostenibilidad.

Por ejemplo, se destaca el caso de una empresa del sector de metales y productos metálicos en Chile que utiliza sensores en plantas de producción para monitorear las emisiones y generar reportes de alta precisión sobre el impacto ambiental.

2.5 Objetivos y focos estratégicos de la Transformación Digital

A pesar de la diferencia existente entre las particularidades y el nivel de madurez de los subsectores en la región, la Alta Dirección de las organizaciones converge en ciertas metas de Transformación Digital que son transversales para abordar los retos de negocio en la industria como son maximizar la productividad y la eficiencia operativa, incrementar la calidad de los productos y servicios, mitigar los tiempos de parada y los riesgos operacionales y habilitar capacidades para generar nuevos ingresos.

Figura 15: Objetivos de la Transformación Digital – Respuestas de las organizaciones



Fuente: Elaboración propia a partir de datos recabados del DMA y entrevistas

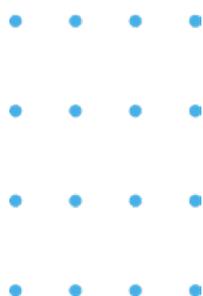
A continuación, se profundiza en cada uno de estos objetivos y su relevancia en la digitalización de la industria.

Maximizar la productividad y la eficiencia operativa

Uno de los principales objetivos de la Transformación Digital en la industria es desplegar iniciativas de automatización y analítica avanzada de datos vinculada con el internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*, por sus siglas en inglés) y la inteligencia artificial para mejorar la productividad y la eficiencia operacional como catalizador para la reducción de costos.

En este aspecto, las compañías manufactureras están poniendo el foco en la digitalización de sus procesos productivos para simplificar los procesos, optimizar el uso de recursos y maximizar el desempeño de sus activos. Por otro lado, las compañías de comercio minorista están más enfocadas en lograr eficiencias asociadas a su infraestructura logística, para disponer de un mayor control y visibilidad sobre la cadena de suministro, lo que es clave para satisfacer la demanda de sus consumidores.

Se destaca el caso de una compañía cementera que aseguró está utilizando Gemelos Digitales para la simulación analítica de escenarios asociados a sus procesos productivos, permitiendo la optimización de mezclas en el desarrollo de sus productos de hormigón, iniciativa para la que estiman ahorros de más de 10 millones de dólares anuales.





Incrementar la calidad de los productos y servicios

Otro de los objetivos de digitalización más mencionados durante el estudio es el de mejorar la calidad de los productos y servicios ofrecidos. En este sentido, se han identificado varias iniciativas en los planes de transformación que involucran la integración de nuevas tecnologías en diferentes ámbitos de la organización. Por ejemplo:

- Integrar soluciones de inteligencia artificial, aprendizaje automático y dispositivos IoT en las líneas de producción para dotar de inteligencia a las máquinas, mejorando su precisión y permitiéndoles anticiparse a ciertos eventos para minimizar fallos o errores en la fabricación.

Desplegar tecnología de manufactura aditiva/sustractiva para crear

- piezas y prototipos personalizados a bajo costo y con menos defectos por diseño.

Digitalizar los productos o los servicios para incrementar el valor

- percibido por el cliente. En algunos subsectores como el automovilístico, el comercio minorista o la industria del papel y sus derivados, se están empezando a incorporar soluciones digitales (aplicaciones móviles, códigos QR, realidad aumentada, entre otras) que permiten darles un valor agregado a los productos y servicios.

- Utilizar capacidades de analítica avanzada para tener un mayor entendimiento de las necesidades y los comportamientos de los clientes e identificar tendencias que ayuden a adaptar los productos u ofrecerles un servicio más personalizado.
- Incrementar la trazabilidad a través de tecnologías como los sistemas de gestión de calidad, la identificación por radiofrecuencia (RFID) y, más recientemente, el *blockchain*.

Si bien estas iniciativas, entre otras, forman parte del plan estratégico de transformación de varias compañías del sector, la realidad es que actualmente el sector en la región está rezagado en cuanto a la implementación de tecnologías de vanguardia y muchas de estas compañías están enfrentando dificultades para poder capitalizar sus proyectos de transformación. Esto último se da por la alta presencia de sistemas legados, dificultades en las integraciones entre sistemas, falta de conocimiento técnico *in-house* y errores en la definición de los planes de trabajo y casos de negocio.



Asegurar continuidad operativa y reducir tiempos muertos

Existen diversos factores externos que afectan tanto la demanda como la oferta y la continuidad operativa de las empresas manufactureras. Para mitigar dicha incertidumbre, las empresas se han centrado en implementar soluciones enfocadas en reducir los impactos que los desastres naturales, pandemias y conflictos geopolíticos causan en sus cadenas de suministro. Estas soluciones se orientan al aprovechamiento de datos para mejorar la toma de decisiones e incrementar la visibilidad de su cadena de suministro.

En este aspecto, el 85% de los participantes afirman contar con plataformas de compras integradas con sus inventarios que les permiten disponer de información clave de proveedores e insumos para adelantarse a potenciales roturas de stock.

Otro factor relevante es la identificación temprana de posibles fallos repentinos en las líneas de ensamblaje por averías en las máquinas, que ocasionan paradas en la operación o accidentes laborales. Por ejemplo, una compañía del sector metalúrgico con presencia en varios mercados de ALC está implementando modelos de mantenimiento soportados por *machine learning* para el monitorear sus equipos, identificar posibles fallos y realizar acciones preventivas de mantenimiento. Así mismo, esta misma compañía está utilizando una solución de analítica de vídeo en tiempo real para identificar escenarios de riesgo en terreno y evitar accidentes laborales.





Incrementar ventas y generar nuevos ingresos

Aunque el principal foco estratégico de la Transformación Digital para las compañías es la productividad, el 64% de las corporaciones han visto en la digitalización una buena oportunidad para mejorar su desempeño comercial y habilitar nuevas líneas de ingresos.

En el sector de manufactura, algunas compañías del estudio han mencionado estar generando nuevas fuentes de ingresos a través de las siguientes iniciativas: (1) utilización de herramientas de analítica avanzada en su análisis de la demanda para identificar tendencias e incursionar en nuevos mercados (2) generación de alianzas estratégicas con proveedores de soluciones digitales para evolucionar su portafolio de productos y/o servicios y atender nuevos segmentos de clientes.

Por ejemplo, una compañía de revestimientos derivados del sector de la madera, con presencia en Brasil y Colombia, implementó un modelo de suscripción para pedidos frecuentes a través de un portal digital.

Por otro lado, algunos subsectores que no contaban con modelos de venta B2C están optando por expandir su rol dentro de la cadena de valor e incorporar la venta directa a consumidor mediante el desarrollo de plataformas de comercio electrónico propias o con presencia en *marketplaces*.

La implementación de este tipo de plataformas requiere revisar varios aspectos de la estrategia de negocio, como el modelo operativo y de soporte, las capacidades de marketing digital y la revisión de los esquemas retributivos para la fuerza de ventas. Esto es necesario para asegurar que se atienden correctamente a los nuevos segmentos. Una compañía en la industria papelera con presencia en México, Colombia, Argentina y Perú afirma haber aumentado un 24% sus ventas y un 9% el valor promedio de los productos y servicios vendidos al haber habilitado un canal de venta digital B2C.

En el caso del comercio minorista, las necesidades del sector de ofrecer un servicio más cercano y personalizado a sus clientes ha centrado el foco de las compañías en el desarrollo de capacidades de omnicanalidad, capacidades analíticas para la segmentación de clientes y estrategias dinámicas de mercadeo digital. En este escenario, destaca una compañía minorista con presencia en Chile y Perú por la integración de una estrategia comercial orientada a convertirse en una plataforma de *marketplace* para conectar a otros vendedores con sus clientes.

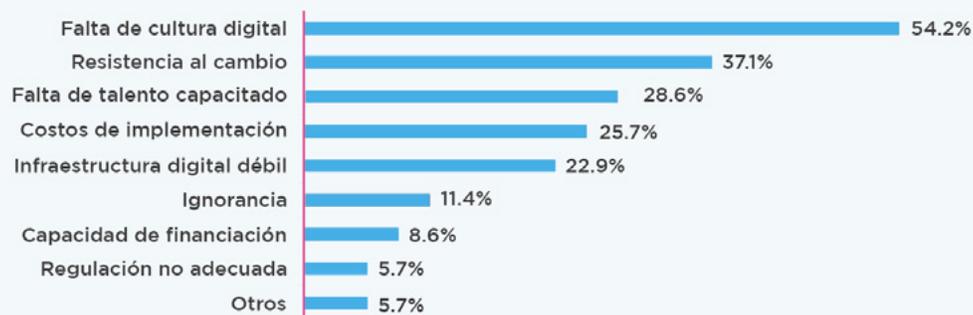


2.6 Barreras de la Transformación Digital

Las compañías del sector de manufactura y comercio minorista en la región están enfrentando múltiples barreras para llevar a la realidad sus planes de Transformación Digital.

Al analizar los resultados, se identificaron temáticas comunes como la falta de cultura y talento digital, la complejidad tecnológica, la necesidad de soluciones a la medida y la ausencia de capacidades para evaluar, dimensionar, y monitorear el retorno de la inversión.

Figura 16: Desafíos de la Transformación Digital - Respuestas de las organizaciones (%)



Fuente: Elaboración propia en función de resultados del estudio



Falta de cultura y talento digital en el mercado

La Transformación Digital supone un cambio en el negocio con alto impacto en la cultura y el modelo organizativo de las compañías. Por esta razón, la ausencia de una cultura digital, la resistencia al cambio de colaboradores y la falta de conocimientos en torno a los beneficios de la digitalización por parte de los altos ejecutivos son las principales barreras en el camino hacia la Transformación Digital del sector.

El 75% de las organizaciones participantes en el estudio no cuenta con una cultura digital robusta, lo que representa uno de los principales obstáculos para el despliegue de programas de Transformación Digital.

En esa misma línea, se identifica una gran resistencia al cambio por parte de los colaboradores en distintos niveles de la organización al estar acostumbrados a realizar sus actividades de forma sistemática y tradicional. Salir de la zona de confort y adaptarse a nuevos esquemas de trabajo digitales es un desafío, sobre todo, para colaboradores con más antigüedad. Por esta razón, en un sector donde los procesos son muy mecánicos, con un enfoque muy productivo y de poco valor agregado, las organizaciones están teniendo dificultades para impulsar el cambio de mentalidad en la organización, lo que supone una barrera relevante para la adopción de operaciones digitales o híbridas, donde la colaboración hombre-máquina es clave para maximizar el desempeño de los procesos.





Otra barrera destacada es la ausencia de talento capacitado en habilidades digitales como la programación, la analítica avanzada, y la arquitectura tecnológica. Esto es un denominador común en los países de la región, y se acentúa con el reciente fenómeno de la competencia por talento escaso. Es habitual encontrarse con especialistas digitales con poca o nula noción del negocio o expertos técnicos con vasta experiencia, pero sin los conocimientos específicos en el negocio que requiere ser transformado. Esta situación ha generado una alta competencia entre las compañías del sector por atraer y retener el mejor talento.

Una solución que están implementando algunas compañías para intentar atajar este problema es potenciar la formación de sus equipos internos en competencias digitales. Por ejemplo, una empresa productora de acero en México ha creado una plataforma de educación interna para transmitir capacidades digitales a toda la organización.

Complejidad tecnológica y necesidad de soluciones a la medida en la industria

Debido a los avances tecnológicos de los últimos 5 años, el portafolio de posibles soluciones digitales disponibles en el mercado es cada vez más amplio. Sin embargo, a pesar de existir una extensa oferta de herramientas tecnológicas, éstas han sido desarrolladas sin una visión sectorial y su adaptación a necesidades específicas en algunos casos es compleja.

Derivado de las particularidades del sector de manufactura, donde los procesos productivos, los activos y recursos son diferentes en función de las características del subsector, del tipo de producto o incluso para un mismo producto en diferentes plantas de producción, la implementación de una solución tecnológica requiere una alta parametrización y adaptación de la solución.

Además, estas soluciones deben desplegarse en arquitecturas tecnológicas que cuentan con sistemas legados y soluciones desarrolladas dentro de la misma organización, lo que dificulta las integraciones de la infraestructura tecnológica. Adicionalmente, existe una oportunidad para desarrollar proveedores locales que se especialicen en soluciones tecnológicas, así como para incentivar la colaboración con el ecosistema de *start ups*. Esto último, con la intención de ampliar la oferta de soluciones disponibles.

Esta complejidad, combinada con una falta de visión estratégica y malas experiencias previas generan resistencia, causan atrasos en la toma de decisiones y, en ocasiones, incurren en costos adicionales causados por el retrabajo que resulta de un mal dimensionamiento.

Capacidad para evaluar, dimensionar y monitorear el retorno de la inversión

La alta inversión requerida para la implementación de determinadas soluciones digitales y la falta de mecanismos para medir y gestionar el valor de la Transformación Digital por parte de las organizaciones son barreras que impiden la ejecución de muchos proyectos de digitalización.

Uno de los principales desafíos de los planes de Transformación Digital es demostrar el retorno de la inversión requerida para su puesta en marcha.

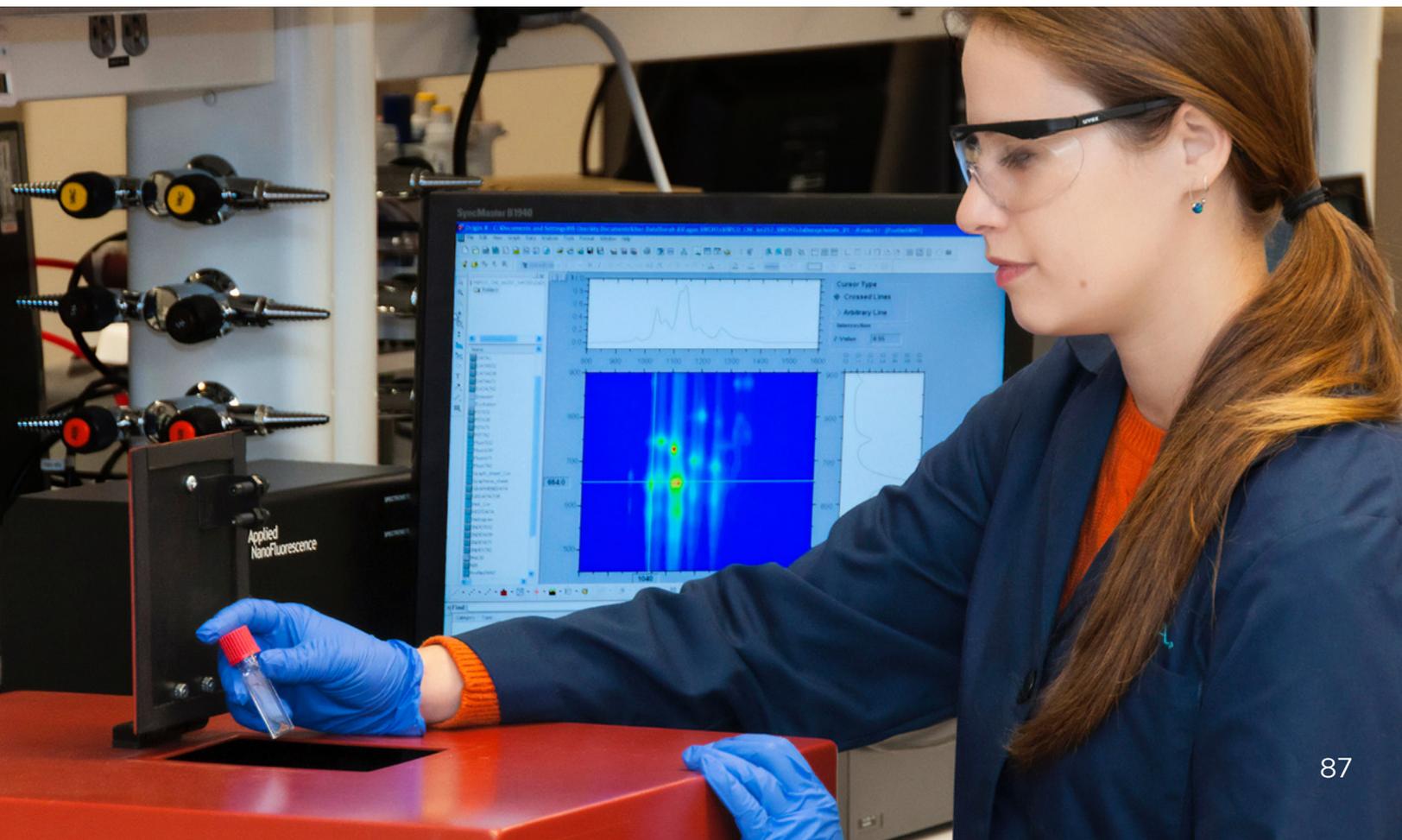
En este sentido, muchas de las compañías del estudio priorizan sus iniciativas digitales de forma individual con base en el retorno de inversión, sin considerar una visión holística de transformación que contemple tanto los beneficios cuantitativos, como los cualitativos, incluido el costo de no implementar los cambios.

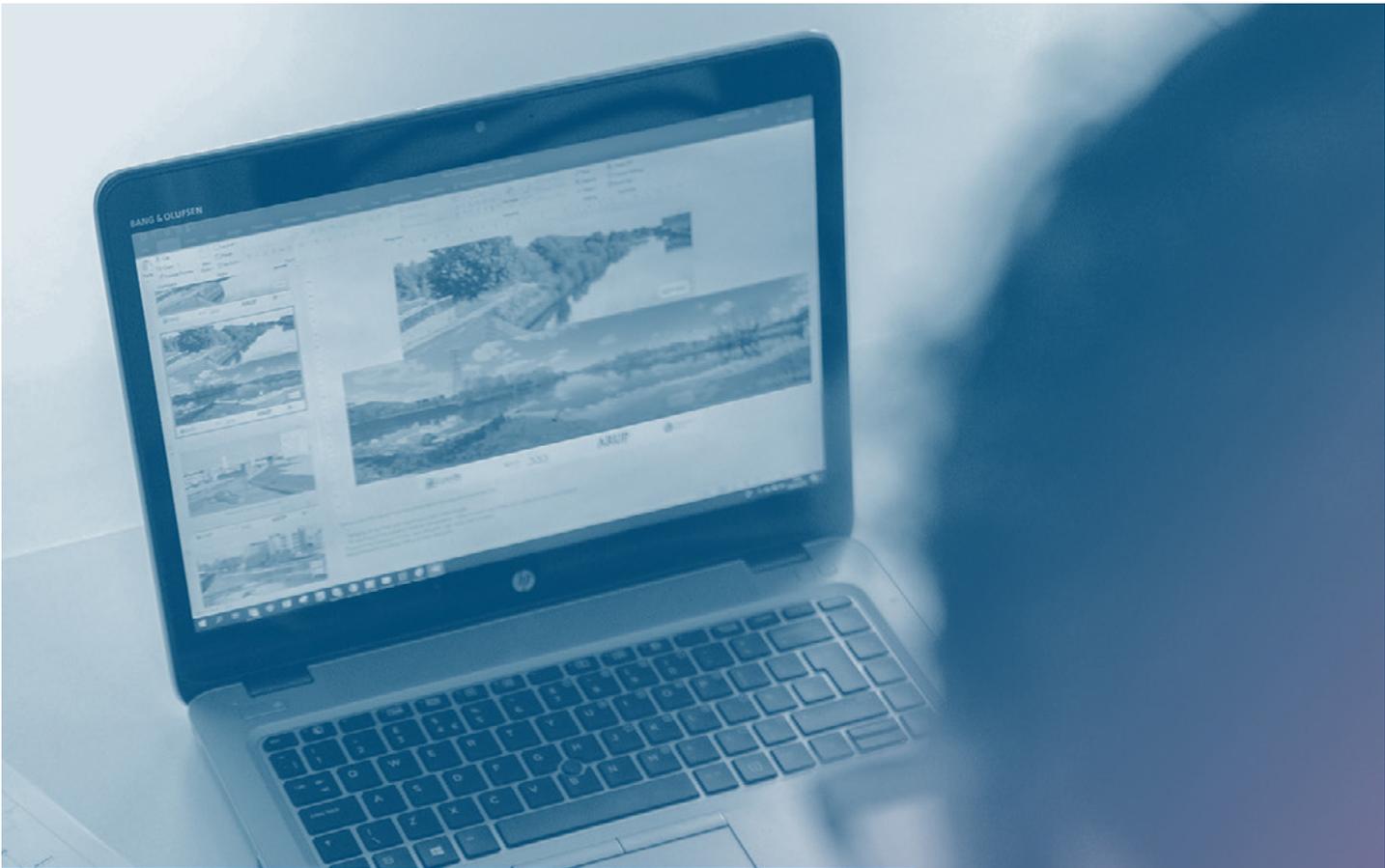
NOTA: El alto valor de la inversión es un término relativo a cada empresa en función de su propia capacidad.



En muchas ocasiones, este problema viene derivado de la falta de visión por parte de la capa directiva para entender y evaluar el valor potencial de las soluciones e iniciativas que se quieren implementar, concentrándose únicamente en su rentabilidad directa a corto plazo. De la muestra de empresas participantes en el estudio, el 77% señalan la falta de cultura digital como uno de los principales impedimentos para avanzar con sus agendas de transformación.

Contar con una visión estratégica de la digitalización permite a las organizaciones entender los beneficios reales que puede habilitar la innovación a largo plazo y los riesgos que puede enfrentar en caso de rezagarse digitalmente. En ese sentido, la estrategia empresarial y la Transformación Digital deben abordarse de forma conjunta y coordinada como una forma de mantener a las organizaciones vigentes a través de inversiones enfocadas en evolucionar sus procesos con claridad de los beneficios a obtener. De otra forma, las organizaciones se enfrentan a riesgos asociados a la pérdida de competitividad en el mercado por la obsolescencia del propio modelo operativo.





**Soluciones digitales para
necesidades identificadas**



3.1 Soluciones digitales por eslabón

La industria de manufactura y de comercio minorista en América Latina y el Caribe experimenta, desde hace algunos años, una ola de transformación que le impulsa a adoptar nuevos modelos de negocio habilitados por la tecnología. Esta ola, conocida comúnmente como *Industria 4.0* viene acompañada por tecnologías asociadas a la interconectividad, la automatización de procesos, el aprendizaje analítico automático y la gestión a partir de datos en tiempo real que sirven para integrar las operaciones físicas con un modelo operativo digital integrado en un ecosistema.

La integración de estas tecnologías en los modelos operativos de las organizaciones surge como respuesta a las necesidades de transformación de los distintos eslabones de la cadena de valor, que en el caso de la manufactura abarcan: abastecimiento, producción, almacenaje y logística, ventas y canales. El nivel de adopción de las soluciones en el sector depende de la propia madurez digital de dicho eslabón y de la necesidad que el propio eslabón tiene de transformarse para abordar desafíos como los recogidos en el capítulo 2 de este estudio. También existen soluciones transversales que se aplican a procesos que soportan el negocio a lo largo de varios o todos los eslabones de la cadena.



Figura 17: Clasificación de soluciones

	Abastecimiento	Producción	Almacenaje y Logística	Ventas	Transversales	ESG
Innovadoras		Gemelos digitales — Manufactura aditiva/sustractiva — Realidad Extendida			Wifi 6 y 5G	Adopción de modelos de negocio basados en procesos/economías circulares — Blockchain, trazabilidad y certificación de sostenibilidad
En desarrollo	Modelos de reabastecimiento automático	Internet industrial de las cosas y uso de sensores (IIOT) — Sistemas de Gestión Energética (EMS)	Trazabilidad y automatización de gestión de inventarios — Sistema de Gestión de Transporte (TMS)	E-commerce, market places y medios de pago digitales — Sistema de gestión de relación con clientes (CRM)	Data Lakes y Data Warehouse — Automatización Inteligente de Procesos no productivos — Ciberseguridad en aplicaciones	Plataformas de monitoreo y gestión ESG
Adaptadas	Plataformas de compra e integración con proveedores	Sistema de Ejecución de Manufactura (MES) — Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) — Automatización Robótica del proceso productivo	Sistema de gestión de almacenes (WMS)		Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) — Sistemas de Planificación de Recursos empresariales (ERP) y Sistemas de Planificación Avanzada (APS)	

Fuente: Elaboración propia resultado del estudio

3.1.1 Soluciones para abastecimiento

El eslabón de abastecimiento consiste en aquellos procesos y tecnologías cuyo objetivo es asegurar el flujo continuo y eficiente de suministros de bienes y servicios necesarios para la fabricación de productos.

Las soluciones en este eslabón orientadas principalmente a atajar desafíos como el incremento de la productividad y la eficiencia operativa. Para responder a dichas necesidades, las empresas se han enfocado en implementar soluciones como plataformas de compra e integración con proveedores y modelos de reabastecimiento automático basados en perfiles de demanda.

Estas plataformas buscan incrementar el nivel de estandarización y la integración de fuentes de datos como una palanca para otorgar mayor visibilidad y con ello dar certidumbre al flujo de insumos requeridos en el proceso productivo. De esta forma, lo que se busca es incrementar el asertividad de la planificación.



Los modelos predictivos de abastecimiento utilizan algoritmos de analítica que, permiten caracterizar las cantidades óptimas que deben ser adquiridas de insumos específicos para satisfacer la demanda. Ambas soluciones son complementarias, aunque existen plataformas de compra que ya cuentan con la capacidad de parametrizar este tipo de algoritmos colaborativos de reabastecimiento.

Plataformas de compra e integración con proveedores

El proceso de compra a pago (*Purchase-to-Pay*, P2P) abarca todas las actividades relacionadas con la adquisición, recepción y liquidación de los bienes o servicios requeridos para la operación. Es un proceso crítico que requiere estar sincronizado con el perfil de demanda de cada producto o servicio.

Las plataformas de compra e integración de proveedores se centran en digitalizar y optimizar todo el flujo desde que se genera una solicitud de compra, la selección de proveedores, la generación de la orden de compra, la recepción del bien o servicio, la validación, aprobación y pago de la factura. También se cubren aspectos como la evaluación de los proveedores y la gestión integral de categorías de compras con funcionalidades como el análisis estructurado del gasto.



Los beneficios de implementar este tipo de herramientas están asociados con ofrecer mayor visibilidad sobre parámetros relevantes para la planificación que a su vez, permiten afrontar los desafíos asociados con la productividad y resiliencia de las cadenas de suministro. Por otro lado, al digitalizar el proceso, también se logra eficiencia operativa que resulta de la reducción de actividades manuales.

Del lado de la empresa, se pueden habilitar decisiones de compra que consideren parámetros sobre la capacidad de suministro y el consumo, lo cual reduce la probabilidad de roturas en la cadena de abastecimiento. Para los proveedores, esto presenta una oportunidad de incrementar ventas al permitirles generar acciones proactivas con acceso a información diversa como planes de producción, ubicaciones y cantidad de las existencias. Esto, a su vez, habilita modelos de abastecimiento *just in time* en los que se procura reducir el tiempo de permanencia de insumos y materiales en las instalaciones de las compañías de manufactura.

El 80% de las compañías del estudio declaran haber implementado este tipo de soluciones. Sin embargo, solo el 40% declaran contar con una integración punta a punta del proceso. Las barreras para la adopción de este tipo de herramientas tienen que ver con los costos de implementación y la falta de capacidades digitales de una parte importante de los proveedores para integrar este tipo de tecnología en sus procesos, ya que se requiere de disponer de información en tiempo real sobre existencias y otros parámetros como los tiempos de entrega y los lotes de compra y producción.

Definir estos parámetros es una tarea que requiere alta inversión de tiempo, sobre todo en organizaciones con procesos de planificación y compra menos maduros.

Cómo ejemplo de este tipo de tecnologías destaca el caso de una empresa automotriz multinacional con operaciones en México. Con el fin de asegurar la disponibilidad de los insumos y sincronizar su cadena productiva con las de sus proveedores, implementó una plataforma de compra en la que sus proveedores tienen acceso a información de producción, de niveles de inventario y planes de producción.

Modelos de reabastecimiento automático

La eliminación de tareas manuales y de bajo valor es una necesidad cada vez más abordada por el sector de manufactura. En línea con ello, en el ámbito de la compra se utilizan modelos de reabastecimiento automático que, utilizando parámetros de la demanda (e.g. pedidos por período por producto) y otros de la cadena de suministro (tiempos de entrega, tamaños de lote, lotes de producción) buscan reducir los tiempos de respuesta, minimizar costes, evitar roturas de stock y facilitar la disposición de insumos y/o mercancía necesaria para cumplir con los planes de producción.

Los modelos de reabastecimiento automático usan los datos de existencias, planes de producción y estimaciones de demanda de las organizaciones para optimizar tareas rutinarias y automatizar la generación de órdenes de pedido. Esto permite a los usuarios centrarse en la planificación y en tareas de mayor valor agregado como la negociación de contratos estratégicos y análisis de gastos.

Adicionalmente, se pueden generar modelos más avanzados con analítica para incorporar factores que afectan a la demanda como la estacionalidad, los precios, la escasez de producto, las promociones, y otras variables que puedan impactar en el modelado de la demanda.



Con la adopción de estos modelos, se mejora la eficiencia operativa, al dar mayor visibilidad a la organización para evolucionar hacia una gestión más estratégica del proceso de compras con foco en la reducción del costo total de la compra. Esto, a su vez, habilita operaciones productivas y eficientes en los que se optimizan las compras y se reduce el capital de trabajo sin poner en riesgo la disponibilidad de materias primas y el nivel de servicio a clientes.

A pesar de sus ventajas, el nivel de adopción de este tipo de herramientas es relativamente bajo, ya que menos del 40% de las empresas contactadas cuentan con soluciones de compra que incorporen modelos de resurtido automático con algún nivel de uso de analítica y que además se integren con otras herramientas de planificación.

Las principales barreras que afectan a la adopción de estas herramientas están relacionadas con la falta de digitalización de partes importantes del proceso y con la ausencia de un modelo operativo en el que existan políticas de inventario ligadas a la demanda para todas las familias de insumos. En ese sentido, también existe poca disponibilidad de datos históricos confiables sobre parámetros del suministro que alimenten los modelos analíticos y una falta de perfiles de ciencia de datos para desplegar la implantación de estas prácticas como parte de un proceso continuo.



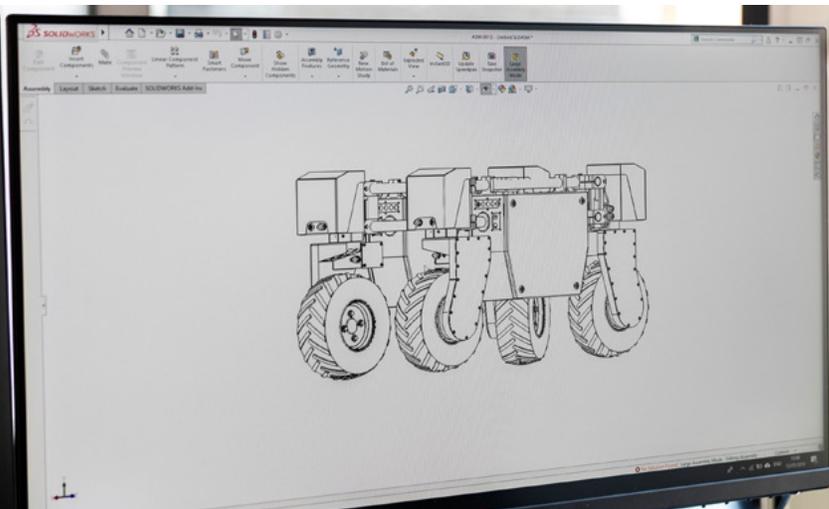
Un caso identificado en el estudio es el de una empresa cementera multinacional que, para evitar el desabastecimiento de sus repuestos críticos, incorporó algoritmos de reposición en función de metas o puntos de reorden.

Estos algoritmos generan pedidos sugeridos de forma automática. Con ello, se anticipa el desabastecimiento de piezas con tiempos de entrega prolongados. Dichos algoritmos generan alertas en el propio proveedor, de forma que él también cuente con una señal que le permita anticipar la eventual necesidad de surtir el conjunto de piezas requeridas.

3.1.2 Soluciones para Producción

La piedra angular del sector de manufactura es el eslabón de producción y por ello ha sido uno de los principales focos de la transformación del sector. De acuerdo con el estudio, todas las organizaciones entrevistadas han implementado cuando menos alguna tecnología para digitalizar y automatizar este eslabón. Esto se debe, en gran medida, a que parte de la diferenciación del sector tiene que ver con aquello que les permite optimizar su proceso productivo.

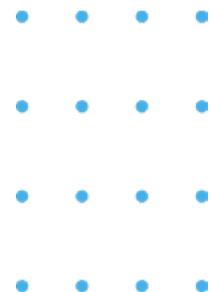
En esa línea, se identificó que más del 90% de las compañías consultadas declaran contar con líneas de producción soportadas por sistemas de ejecución de la manufactura (MES) con diferentes niveles de automatización que además se combinan con plataformas de control SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) y la implementación de sensores, y telemetría para el monitoreo de las operaciones y toma de decisiones a partir de los datos.





Por otro lado, se observó que menos del 20% de los participantes cuentan con tecnologías como Gemelos Digitales o la manufactura aditiva/sustractiva para el testeo físico de piezas, empaques o productos. Esto ocurre principalmente en los subsectores de productos minerales no metálicos y metales básicos y automotriz, ya que son industrias intensivas en capital en las que la precisión de los componentes es fundamental. En ese sentido simular y prototipar agrega valor al poder caracterizar por anticipado el funcionamiento del producto en un ambiente controlado sin incurrir en costes.

Uno de los hallazgos de este estudio es que los participantes pertenecientes a corporativos internacionales tienen un nivel de madurez digital más avanzado ya que suelen contar con un nivel de implementación mayor de distintas tecnologías al contar con más acceso a *benchmarks* internos y la sinergia de aprovechar implementaciones ya probadas en otras geografías.

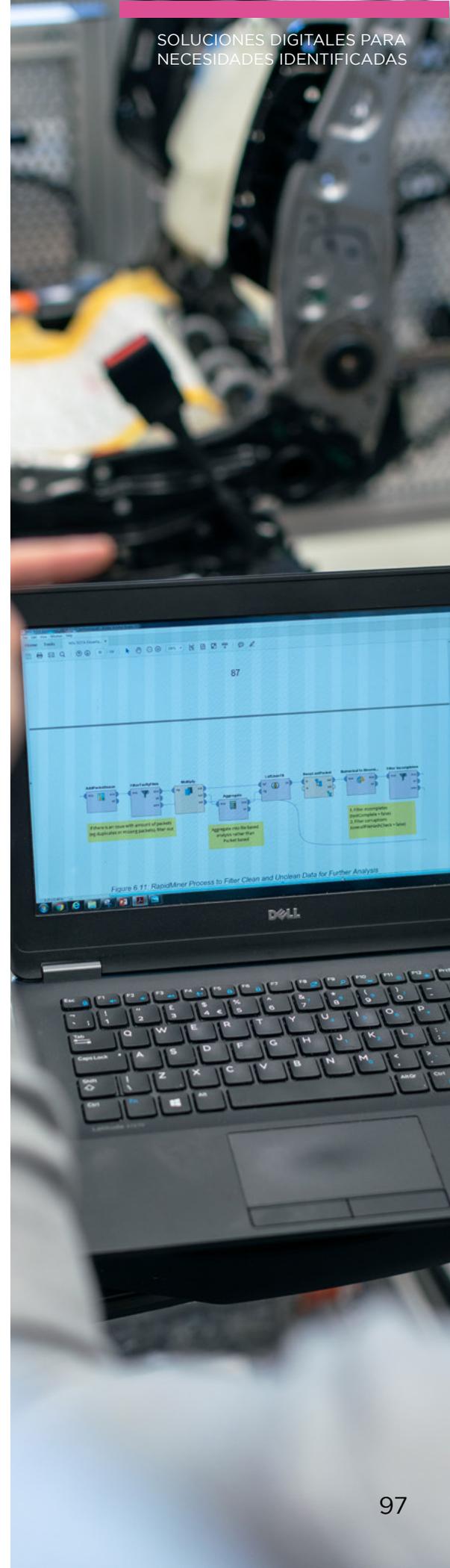


Sistemas de ejecución de manufactura (MES) y Sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA)

Un Sistema de Ejecución de Manufactura o *Manufacturing Execution System* (MES) es un sistema centrado en la planificación y ejecución de las órdenes de producción a través del uso de datos en tiempo real del proceso de producción, máquinas y estaciones de trabajo en una planta.

Los MES cuentan con funcionalidades que abarcan la administración de pasos de producción, la trazabilidad del producto, la gestión de la mano de obra, el control de calidad y la planificación del mantenimiento y el registro de datos. Este tipo de soluciones se complementan con sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) que monitorean los equipos para proveer de un mapa en tiempo real del proceso productivo a través de la interacción con sensores, y controladores lógicos programables.

La principal diferencia entre ambos sistemas es el enfoque ya que MES se centra en la planificación y gestión de las órdenes de producción y SCADA en el monitoreo y control de los procesos de la fábrica. Es común que ambos sistemas estén integrados con los sistemas de planificación de recursos (ERP).

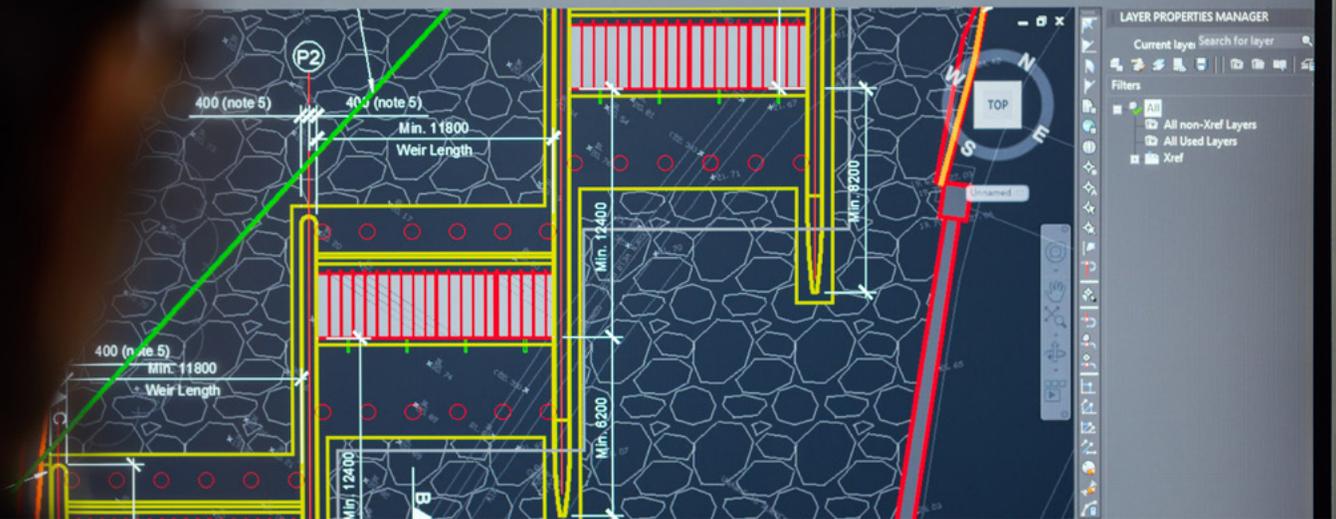


Los beneficios de estas herramientas están ligados al incremento de productividad y al aumento de la eficiencia. Esto se logra con la visibilidad y control en tiempo real del estado del proceso productivo, el flujo y existencias de materia prima, la disponibilidad de las máquinas y los tiempos de ciclo. El monitoreo de estos parámetros permite implementar mejoras y reaccionar más velozmente ante los incidentes no planificados.

Tan solo el 6% de los participantes no cuenta con este tipo de tecnologías. En dichos casos, las barreras declaradas tienen que ver con los costos de implementación, el nivel de obsolescencia de algunos equipos en plantas productivas y la manualidad de partes importantes de algunos de los procesos de algunos subsectores. Estas barreras se asocian a un bajo nivel de madurez digital y tecnológica, a la falta de una visión integrada de la Transformación Digital y a los bajos presupuestos dedicados para ella.

Un ejemplo de implementación de esta tecnología es el caso de una empresa de aceros en Colombia, que utiliza este tipo de sistemas para gestionar partes de sus procesos productivos, configurando de forma centralizada los parámetros de producción y calidad y gestionando de forma activa los tiempos de procesamiento para optimizar el avance en las etapas del proceso.





Gemelos Digitales

Los Gemelos Digitales son representaciones virtuales de un sistema real, como por ejemplo una línea de ensamblaje o una línea de producción de una fábrica, así como sus distintas estaciones y tecnologías como brazos robóticos o equipos de Control Numérico Computarizado (CNC). Su principal ventaja, es la posibilidad de observar el proceso ante condiciones simuladas sin incurrir en la movilización de los recursos físicos de forma que se puedan anticipar ajustes en el proceso real requeridos para optimizar el resultado.

A través del uso de los Gemelos Digitales, es posible explorar eventos y escenarios en un modelo que simula con fidelidad al sistema físico que se replica. Esto permite validar hipótesis de ajuste en variables y caracterizar su impacto a un bajo costo y con mayor agilidad.

Los beneficios de ésta tecnología están asociados al incremento de la productividad ya que con ellos es posible diseñar y probar sin tener que realizar las pruebas en la línea productiva. Por otro lado, estas soluciones permiten identificar mejoras para reducir costos y con ello responder a las necesidades de aumentar eficiencia, generar ahorros y asegurar la continuidad operacional.

Los Gemelos Digitales también se utilizan para capacitar personal en el uso de maquinaria, de forma que pueda adquirir las habilidades necesarias para operar la máquina real, en un ambiente seguro y controlado, sin necesidad de incurrir en altos costos asociados a errores de entrenamiento. El uso de esta tecnología acelera el proceso de aprendizaje y mitiga el riesgo, por falta de experiencia, de daños a la máquina o al operador.

El nivel de adopción de esta solución en el sector es bajo. Apenas el 17% de las organizaciones declararon utilizar esta tecnología. Las principales barreras para la implementación tienen que ver con el costo para desarrollar el modelo, culturas resistentes a utilizar los resultados del modelo como representaciones del proceso real y la poca disponibilidad de datos históricos que permitan caracterizar correctamente el impacto de las variables conocidas sobre el proceso.

Una compañía del sector de metales en Brasil implantó un sistema de gemelos digitales para simular los procesos productivos de una de sus fábricas. Gracias a esta simulación, la empresa genera escenarios de producción que facilitan la identificación de la configuración que maximiza el volumen producido. El modelo analiza las principales variables que impactan en el consumo y rendimiento de materias primas y máquinas para los distintos escenarios y los compara para seleccionar los que ofrecen la mayor productividad y eficiencia.



Internet industrial de las cosas y uso de sensores (IIOT)

El internet industrial de las cosas (IIoT) se refiere a la interconectividad de objetos físicos a través de sensores y software con el objetivo de intercambiar y recolectar datos. La aplicación del IIoT, junto con el uso de sensores, permite recopilar información del proceso productivo o de la operación logística en tiempo real y de forma masiva para monitorear el funcionamiento de máquinas, detectar eventos y accionar correcciones automáticas.

El IIoT puede combinarse con la aplicación de modelos analíticos basados en inteligencia artificial y machine learning para identificar patrones o anomalías, predecir condiciones o prescribir acciones correctivas. Para implementar una plataforma de IIoT también es necesario contar con soluciones de conectividad de alta velocidad como WI-FI 6 o 5G, así como grandes patrones y herramientas de ciberseguridad para la protección de altos volúmenes de información.

Los beneficios del IIoT están principalmente asociados con maximizar la productividad y la eficiencia operativa. Estos beneficios surgen de la capacidad de obtener información y tomar decisiones sobre el proceso de forma remota. Adicionalmente, este tipo de tecnologías mejoran la capacidad de respuesta de las cadenas de valor y habilitan la medición de indicadores de impacto ambiental como el consumo energético.



El nivel de adopción de esta solución es intermedio/alto. Más del 60% de los participantes aplican esta tecnología en algún punto de sus procesos productivos o logísticos. Entre las barreras de adopción que fueron identificadas están los costos de implementación, la falta de una infraestructura de datos para integrar tecnología física con sistemas de procesamiento, y la ausencia de soluciones de conectividad robustas.

Un ejemplo de la aplicación de esta tecnología es el de una empresa chilena del subsector de productos químicos, cuyos programadores lógicos programables (PLC, por sus siglas en inglés) cuentan con sensores que alimentan bases de datos centralizadas, dando paso a visibilizar variables de producción como la temperatura o velocidad de procesamiento para tomar decisiones sobre las configuraciones de los equipos en la línea productiva.



CASO DE ESTUDIO

CENTRAL DE MONITOREO: UN CAMBIO DE PARADIGMA EN MANTENIMIENTO



Ubicación: Argentina, Brasil, Centroamérica, Colombia, México y USA.



Productos: Aceros planos, aceros recubiertos, tuberías, perfiles, aceros largos y hojalatas.



Acerca de:



Ternium es una empresa siderúrgica con niveles de producción que llegan hasta los 12,4 millones de toneladas de acero crudo anules en sus 18 centros de producción distribuidos en 6 países de América. Cuenta con más de 20.000 colaboradores repartidos en sus centros de servicios y/o distribución y sus plantas productivas. Su cadena de valor busca priorizar el desarrollo de las Pequeñas y Medianas empresas, incentivando la competitividad a nivel global en el largo plazo. Se caracteriza por contar con un sistema productivo integrado y eficiente desde la extracción del mineral hasta la confección del producto, obteniendo como resultado la entrega de un servicio de garantía y calidad.



Problema a resolver:

En un contexto en el que la demanda y el consumo por los distintos productos de acero aumenta constantemente, **Ternium** exploró las distintas alternativas para mejorar y consolidar su proceso productivo. La detención de las líneas de producción debido al fallo de equipos es un desafío latente en las operaciones productivas. **Ternium** ha sido víctima del fallo de la poca precisión del software de sus equipos al notificar algún problema, lo que genera la necesidad de análisis manuales de las máquinas e intervenciones inesperadas que afectan la productividad.

Algunas ineficiencias generadas son:

- Detención de la producción.
- Mayores tiempos de mantenimiento de emergencia.
- Manualidad en procedimientos de análisis para reparo.
- Baja capacidad de anticipo frente a fallos en equipamiento.



Solución implementada:

El trabajo colaborativo entre áreas de mantenimiento y TI le permitió a **Ternium** detectar las principales variables asociadas a problemas en los equipos de producción, lo cual desencadenó en la implementación de líneas de producción que cuentan con más de 6.000 sensores que permiten monitorear parámetros del funcionamiento y detectar posibles fallos. Además implementaron un Centro de Mantenimiento que almacena la información y permite visualizar el estado de sus equipos en 8 pantallas de monitoreo. Esto lo realiza mediante la plataforma denominada APM (*Asset Performance Management*) y Orion. Estas plataformas permiten la detección de vibraciones inadecuadas en los motores y bombas, comportamientos poco comunes en la temperatura de las máquinas y permiten un uso correcto en las redes de comunicación. Si bien la captura de datos y monitoreo es relevante, el mayor valor se logra mediante la incorporación de modelos de analítica avanzada que consideran el comportamiento histórico de las variables asociadas al funcionamiento de los equipos para comparar con escenarios de fallo y predecir cuándo y por qué podría tener un posible fallo, permitiendo adelantarse intervenciones o ajustar parámetros de funcionamiento para evitar paradas de emergencia con mayor impacto en la productividad.



Resultados obtenidos:

La plataforma APM ha permitido homologar procedimientos y acciones entre distintas áreas de la empresa, lo cual se ha traducido en destinar una menor cantidad de horas en la solución de las distintas problemáticas. Esta solución ha generado una irrupción en el mercado, lo que cambia el concepto de mantenimiento y ha permitido a **Ternium** posicionarse como un referente de la industria. Con esto la compañía ha logrado tener un proceso más eficiente y seguro para una producción más rentable.

Mejoras identificadas:

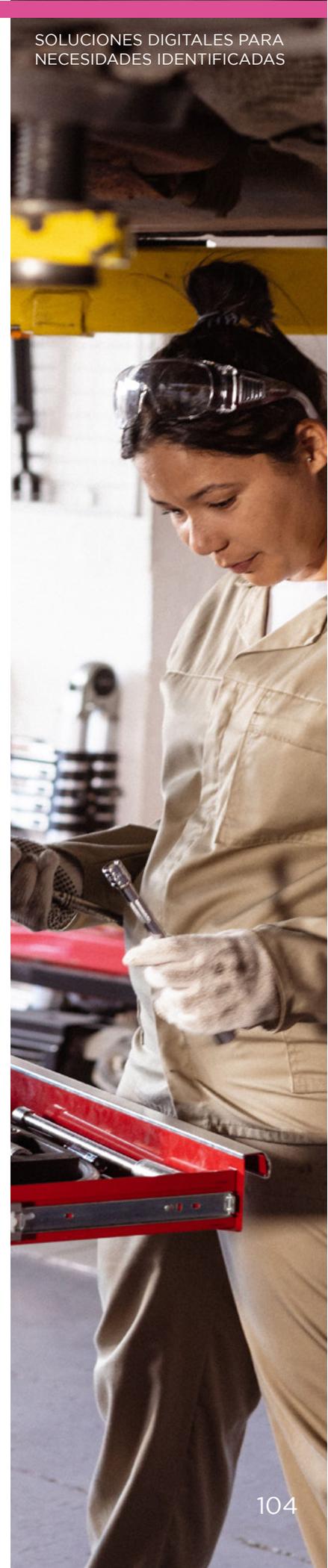
- Aumento de la productividad.
- Reducción de paradas de emergencia.
- Menor grado de manualidad en proceso de detección de fallos.
- Aproximación a un mantenimiento prescriptivo que indique la mejor solución frente a los posibles errores.
- Mayor control y visibilidad del proceso productivo.

Manufactura aditiva/sustractiva

La manufactura aditiva y la manufactura sustractiva, se refieren a dos métodos para la producción de componentes sólidos complejos a partir de diseños digitales.

La manufactura aditiva es un método de fabricación de objetos a través de la adición de capas sucesivas de material que se adhieren a las capas previas hasta que la pieza diseñada esté completa. Con esta tecnología, se crean las piezas a partir de modelos realizados en software de diseño asistido por ordenador (CAD) para posteriormente ser trabajadas a través de impresoras 3D en las cuales se deposita, funde y/o derrite polvo, líquido, resinas, metales o fibra de carbono para crear piezas.

Al contrario que en el proceso aditivo, la manufactura sustractiva consiste en fabricar objetos sólidos a través de la remoción o eliminación de capas. Las capas son removidas por medio de cortes, perforaciones y amoldados o adecuaciones con tecnologías de Control Numérico Computarizado (CNC), donde el modelo virtual previamente diseñado en el software CAD, proporciona instrucciones para generar la trayectoria que guía la herramienta. Por lo general, la creación de las piezas se realiza en madera o metal para geometrías precisas y difíciles de producir con métodos tradicionales.

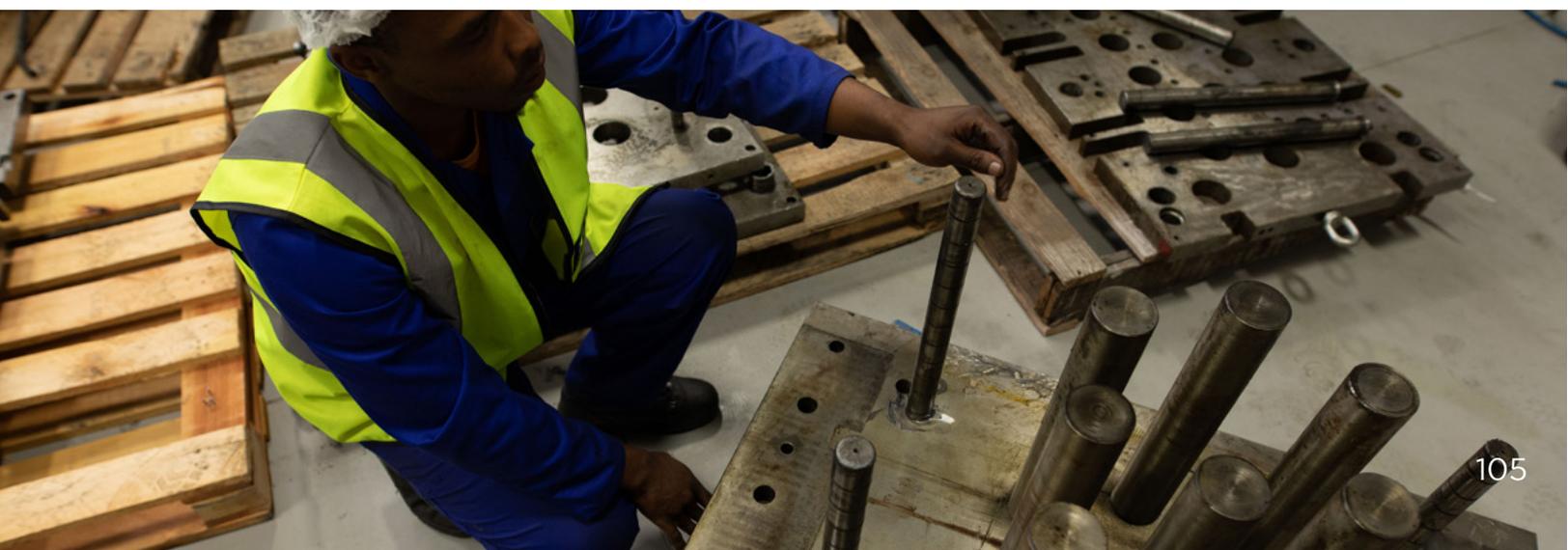


Ambos procesos de manufactura se utilizan en la fabricación de prototipos de herramientas y moldes que se requieren en las líneas productivas para componentes como calibradores, piezas de sujeción y otros accesorios. La capacidad de fabricar este tipo de piezas en un periodo de tiempo corto permite una validación rápida de su funcionamiento en la línea productiva.

Los beneficios que se obtienen con este tipo de soluciones están asociados con la productividad y la eficiencia operativa que resultan de la mayor velocidad y precisión que tienen en comparación con métodos tradicionales. En el caso de la manufactura aditiva, existen beneficios adicionales al ser un método que genera menores desperdicios de material lo que contribuye con una mayor reducción de costes.

El nivel de adopción de la manufactura aditiva es moderado a pesar de su potencial. El 22% de las empresas participantes en el estudio utilizan esta tecnología, mayoritariamente como herramienta de innovación para el prototipado de empaques o piezas. No se observa el uso de esta tecnología de forma masiva en el proceso de fabricación. El resto de las organizaciones consultadas declaran no tener este tipo de tecnología implementada. Las principales barreras para la adopción tienen que ver con la percepción de requerir un alto esfuerzo para rediseñar los procesos productivos existentes, con la falta de conocimiento especialista dentro de las organizaciones para caracterizar la factibilidad y el costo de implementación.

Un ejemplo de aplicación de esta tecnología en los participantes del estudio es el caso de una compañía productora de envases de vidrio en Chile que diseña estos artículos mediante el uso de impresión 3D para realizar pruebas de usabilidad.



Automatización robótica del proceso productivo

La robotización es una de las soluciones más utilizadas en el sector de la manufactura y su uso se ha incrementado y sofisticado a lo largo del tiempo principalmente por la influencia de empresas multinacionales con origen en países como EE.UU., Alemania, Japón y Corea del Sur. Este tipo de solución se ha difundido ampliamente en distintos subsectores con el claro objetivo de aumentar la productividad de sus líneas, ser más flexibles ante fluctuaciones de la demanda y mejorar la precisión de los componentes.

Algunas de las ventajas que las compañías adquieren al implementar la automatización robótica en el proceso productivo son el aumento en productividad, la reducción de costos, el control de calidad, el ahorro de tiempo y la reducción de accidentes laborales.

En línea con estos beneficios, los robots se utilizan cada vez más para sustituir mano de obra menos cualificada, sobre todo en industrias con procesos productivos de alta precisión y con tareas rutinarias y/o peligrosas. En principio, la sustitución se da en actividades repetibles en las que no se requiere flexibilidad en el proceso. De acuerdo con *The Future of Jobs Report 2020* emitido por el *World Economic Forum*, aproximadamente el 30% de las tareas en la industria son desarrolladas por algún tipo de robot y se espera que, hasta 2025, 85 millones de empleos adicionales comiencen a ser realizados por máquinas¹³.

13 (The Future of Jobs Report 2020)



Esto introduce un doble desafío ya que a la vez que se sustituyen trabajos, se generan nuevas necesidades asociadas a la propia configuración, monitorización y control de las líneas automatizadas y se genera la necesidad de recapacitar gran parte de la fuerza laboral.

En ese sentido, gran parte de los casos de uso de esta tecnología tienen que ver con robots colaborativos o *co-bots*, en los que el robot realiza una parte del proceso y una persona debe completarlo. Esto último también facilita el incremento de la participación de la mujer en el sector dado que la fuerza de la persona deja de ser un factor determinante para el movimiento de objetos. En resumen, con este tipo de soluciones se crean sistemas híbridos en los que lo que se busca es ganar productividad sin incurrir en la eliminación de puestos de trabajo. El nivel de adopción de esta tecnología es alto.

El 87% de los participantes declaran contar con algún proceso productivo robotizado. Sin embargo, algunas organizaciones comentan haber experimentado barreras como altos costos de implementación y resistencia al cambio por parte de colaboradores.

Un ejemplo de este tipo de solución es el de una empresa automotriz multinacional que utiliza robótica en sus procesos de fabricación para aumentar la velocidad y la precisión de la producción al automatizar tareas repetitivas como el ensamblaje de componentes, la clasificación y el recuento de piezas.



Sistemas de Gestión Energética

Un Sistema de Gestión de Energía (EMS, por sus siglas en inglés) permite monitorear en tiempo real el estado de la red eléctrica y los datos de consumo energético de las máquinas, equipos y sistemas de almacenamiento de las plantas de producción. Esto se logra gracias a la instalación de sensores en las líneas de producción con los que la herramienta recopila datos del sistema eléctrico y los almacena en un servidor para que sean procesados.

A partir de estos datos es posible generar análisis históricos y en tiempo real del consumo, falla, estabilidad de la tensión, entre otros. Esto, en combinación con el análisis de otros factores productivos, habilita la identificación de oportunidades para maximizar la eficiencia energética.

Un EMS puede funcionar de forma independiente o complementaria de un sistema SCADA, pudiéndose realizar una integración entre ambos de forma que se aprovechen los sensores y se generen sinergias en su instalación. Contar con ambos sistemas integrados, permite controlar simultáneamente el desempeño de los procesos productivos y uso de la energía eléctrica.

Los beneficios de los sistemas EMS, están asociados a la eficiencia, particularmente aquellos relacionados con el consumo de energía. Adicionalmente, estas soluciones contribuyen a la reducción de la huella ambiental en línea con la agenda de gobierno social y corporativo que es un punto cada vez más importante para el sector manufactura.

A pesar de ser una solución con potencial para contribuir con los objetivos declarados del sector, solo 3 compañías participantes del estudio declararon estar en proceso de implementar iniciativas asociadas a este tipo de herramientas.



Realidad extendida (XR)

La realidad extendida engloba un conjunto de tecnologías que se enfoca en combinar elementos físicos del mundo real con entornos y objetos generados de forma digital. El concepto comprende la realidad virtual (VR, por sus siglas en inglés), la realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) y la realidad mixta (MR, por sus siglas en inglés).

En la realidad virtual, un usuario se sumerge en un entorno completamente digital en el que simulan condiciones reales con un alto nivel de exactitud. La realidad aumentada consiste en introducir algunos elementos virtuales superpuestos en un entorno real. La realidad mixta es una mezcla de ambos conceptos.

En el sector manufactura, este tipo de soluciones se utilizan principalmente con el objetivo de incrementar productividad y eficiencia al dotar de herramientas adicionales que incrementan la velocidad a la que se puede realizar una tarea. Otros beneficios son el mitigar riesgo de accidentes y la mejorar en calidad de los productos terminados.

En el estudio, el 23% de las empresas declararon utilizar este tipo de tecnologías dentro de sus procesos. Dichas empresas estaban mayoritariamente concentradas en el sector de productos metálicos y cemento. Destacó el caso de una empresa de productos metálicos en Argentina que utiliza la realidad virtual como parte del entrenamiento de operarios de grúas. Con ello, lo que se busca es reducir el índice de accidentes que a su vez tiene un impacto en la productividad de sus operaciones.

3.1.3 Soluciones para almacenaje y logística

Los eslabones de almacenaje y logística son componentes importantes del sector no solamente por su integración con los eslabones de producción, sino porque concentran una parte no despreciable de los costos de las organizaciones.

Actualmente, el sector de manufactura cuenta con varias soluciones para digitalizar el almacenaje y logística buscando sincronización y eficiencia en la cadena de abastecimiento. Algunas de las principales soluciones identificadas para el sector son las siguientes: softwares para de gestión de almacenes (WMS), sistemas de gestión de transportes (TMS), tecnología para el control de inventarios y carga.

Sistema de gestión de almacenes (WMS)

Un sistema de gestión de almacenes o *Warehouse Management System* (WMS), es un software que sirve para optimizar el control y administración de todas las operaciones que se llevan a cabo dentro de un centro de distribución, desde la recepción hasta el despacho del material. El objetivo de este tipo de sistemas es lograr la trazabilidad del movimiento y la ubicación de cada objeto almacenado.



Este tipo de sistemas proporciona la visibilidad del inventario de una organización en cualquier momento y ubicación, ya sea en alguna instalación o en tránsito. Se pueden gestionar operaciones de cadena de suministro de proveedores hacia el almacén y hacia el centro de distribución. Los sistemas WMS, además de servir para optimizar las operaciones, habilitan la automatización, la aplicación de robots y controles para accionar equipo como los manipuladores de materiales, bandas transportadoras y estaciones de almacenamiento.

Al implementar un sistema WMS, las organizaciones de manufactura responden a las necesidades de mejorar la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta en la cadena de valor. Esto se da a través de beneficios como mejoras en la planificación, disminución del uso de papel en almacenes, sincronización del flujo de trabajo de materiales, productividad de la fuerza de trabajo, aumento de flexibilidad en manejo de órdenes y optimización de inventarios.

El rastreo y gestión de las operaciones de almacén en el sector es un proceso crítico y susceptible a error, por ello las organizaciones están gravitando hacia la digitalización implementando este tipo de sistemas. Un WMS suele estar integrado a un sistema de gestión de transporte (TMS).

El nivel de adopción de esta tecnología es alto, ya que prácticamente todas las compañías participantes cuentan con ella. A pesar de ello, se han observado algunas barreras para la implementación exitosa de este tipo de soluciones como la complejidad para integrarse con otros sistemas de gestión, así como la adecuación de los procesos y la capacitación requerida para extraer el máximo rendimiento de estas herramientas.



Un caso identificado en el estudio es de una empresa metalúrgica en Brasil que implantó un WMS para mejorar sus procesos de gestión de almacenes. El sistema le permite realizar un mejor seguimiento de los niveles de inventario que resulta de una definición de ubicaciones óptimas de acuerdo con la rotación y relevancia de productos e insumos. Esto se ha traducido en un importante ahorro de costes, una mejora de su servicio al haber logrado optimizar sus niveles de inventario y una mejor sincronización de acuerdo con los perfiles de su demanda.

Sistema de gestión de transporte (TMS)

Un sistema de gestión de transporte o *Transport Management System* (TMS, por sus siglas en inglés) es un sistema de gestión de cadena de suministro que permite administrar las operaciones de distribución. Este tipo de sistemas sirven para parametrizar características de la carga, los vehículos y los pedidos, con la intención de optimizar factores que inciden directamente en los costos de distribución como el nivel de ocupación de los vehículos, el tamaño de las entregas, la frecuencia de los viajes y la consolidación de carga.

Es importante mencionar que el TMS puede aplicarse a cualquier modalidad de transporte y con ello proporcionar visibilidad, control y capacidad de optimización del proceso. Un sistema TMS bien implementado habilita la identificación de ineficiencias desde la planificación para que las empresas tomen medidas proactivas para mitigarlas. En un ámbito más operativo, el TMS puede proporcionar un seguimiento de los envíos en tiempo real, lo que otorga visibilidad del cumplimiento con las promesas de entrega y permite tomar acciones en caso de demoras.

En ese sentido, es común que los TMS se combinen con tecnología GPS para conocer la ubicación de la carga en todo momento.

Por lo general, un sistema TMS soporta procesos clave de la actividad de transporte como la planificación y toma de decisiones, la ejecución y seguimiento de actividades, y eventos como la asignación de pedidos, vehículos y ubicación de la carga. Este tipo de plataformas también permiten generar KPIs de las operaciones de distribución como el nivel de utilización de los vehículos y el % de pedidos entregados en tiempo y plazo (OTIF, por sus siglas en inglés).

Los beneficios que llegan a conseguir las organizaciones implementando la tecnología TMS se potencian integrándolo con una herramienta WMS y con el propio sistema de gestión de pedidos. Con ello, se sincronizan datos de los pedidos (salidas), existencias y entradas al flujo logístico con las herramientas y configuraciones de optimización logística en el TMS.

Estas soluciones logran reducir los costos operativos, evitar pérdidas de productos, gestionar de manera óptima las tareas del personal y registrar la trazabilidad de todo el ciclo logístico. La adopción de estas soluciones incentivan la eficiencia operativa a través de la planificación robusta y parametrizada que, además, se puede ir retroalimentando a lo largo del tiempo.



Esta tecnología cuenta con un nivel de adopción medio, ya que el 56% de los participantes reportan tener implementada este tipo de herramientas. Entre las barreras de adopción destacó la complejidad de implementación al ser intensiva en recursos humanos y financieros, la dificultad para definir la herramienta idónea para integrarla con otros sistemas, y, por último, la falta de conocimiento técnico dentro de la empresa y proveedores para lograr una implementación exitosa.

En el estudio, cabe destacar el caso de una compañía del subsector logístico en Chile, dónde utilizan el TMS para gestionar la entrega de paquetes y realizar el seguimiento de envíos. Además, mencionan tener en curso iniciativas para mejorar su sistema actual para sustituirlo por un software de clase mundial que además optimice las operaciones de distribución de última milla.



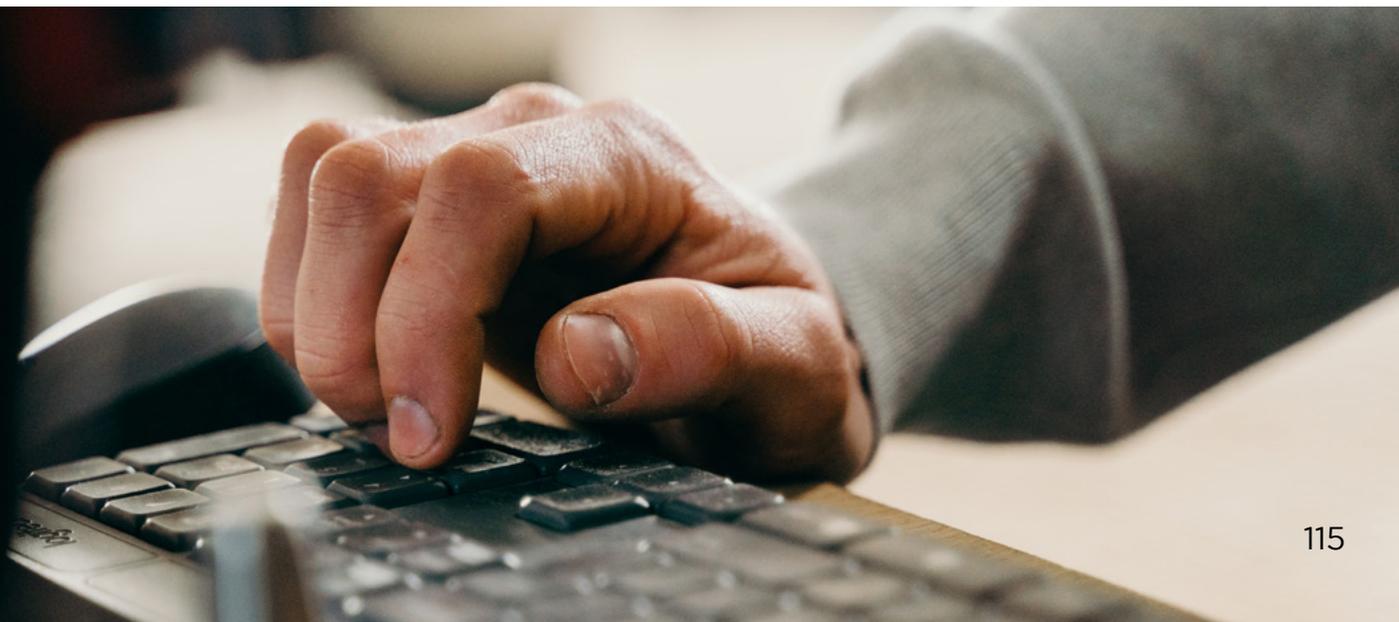
Trazabilidad y automatización de gestión de inventarios

La gestión de inventario es un elemento crítico de la cadena de suministro, que abarca el seguimiento de los insumos y productos terminados a lo largo de la cadena de suministro, para generar trazabilidad de la ubicación y trayectoria de cada artículo, producto o lote específico.

Dada su importancia, se han desarrollado soluciones periféricas a los sistemas que habilitan una mejor gestión del flujo del producto a lo largo de la cadena. Una tecnología que destaca es la identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) integradas con los WMS y TMS.

Esta tecnología permite transmitir de forma inalámbrica la identidad de las existencias en forma de un número de serie único para su rastreo. Funciona almacenando la información de un objeto o producto en el chip de la etiqueta que se imprime con una impresora RFID, lo que permite que, a través de terminales o lectores, se realice la lectura de la etiqueta para consultar la información, ejecutar registros del estado o iniciar procesos de movimiento o distribución.

Con las soluciones de trazabilidad, las compañías obtienen beneficios asociados a incrementar productividad, incrementar eficiencia, reducir riesgos e incrementar la capacidad de respuesta de su cadena de valor. Esto se da al lograr conocer el estado de las existencias y su ubicación en tiempo real lo que ayuda a mejorar la precisión del cálculo de inventarios y a minimizar las pérdidas/mermas.



El nivel de adopción que tiene esta tecnología es bajo. Solo el 10% de los participantes aseguraron utilizarla debido a barreras como la falta de concienciación de la solución, los altos costos de las etiquetas RFID que son hasta 20 veces mayores en comparación con alternativas como los códigos de barras y la dificultad de integración de la tecnología en los sistemas existentes.

Se distingue el caso de una empresa productora de acero en Argentina que, para mejorar sus procesos de gestión de inventarios y logística, utiliza RFID en conjunto con otras soluciones como IoT y códigos QR para rastrear y supervisar los movimientos de productos, además de recabar datos en tiempo real sobre los niveles de inventario y su ubicación.

Si bien el nivel de adopción en el caso del sector manufactura es bajo, esta tecnología tiene mayor difusión en el caso del comercio minorista y sus industrias adyacentes. Esto se debe a la mayor cantidad de productos a gestionar en este tipo de industrias, así como la necesidad de tener trazabilidad de características específicas del producto como las caducidades y lotes de producción.



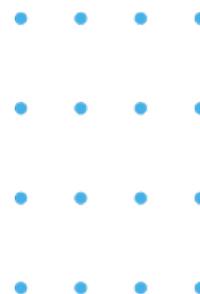
3.1.4 Soluciones para el área de Ventas

El área de ventas es la fuerza motriz que impulsa a las organizaciones para generar ingresos, a través de la comercialización de los bienes producidos. Este eslabón es responsable de la generación de la demanda a través del entendimiento de requerimientos del mercado, el relacionamiento con los clientes y, en un horizonte más operativo, de la captura de los pedidos. Para habilitar mejor a este eslabón, existen herramientas tecnológicas que las organizaciones del sector han incorporado. Entre ellas están los sistemas de gestión de relación con clientes (CRM), los canales digitales como las plataformas de *e-commerce* y *marketplace* para la atención de los pedidos y otras herramientas como los *chatbots* para atención de solicitudes de los clientes.

Sistema de gestión de relación con clientes (CRM)

Un sistema gestor de relación con clientes (CRM, por sus siglas en inglés), es una solución que permite centralizar, en una sola fuente de información, todas las interacciones que ocurren entre una empresa y sus clientes. Estas herramientas están orientadas a gestionar tres funciones básicas: el área comercial, el marketing y el servicio postventa o de atención al cliente.

Los sistemas CRM, cuentan con diversos módulos en los que se centraliza la información. Los más utilizados son ventas, marketing, servicio al cliente, reportes y registro de contactos.





A través de dichos módulos, las empresas pueden habilitar acciones como digitalizar la captación de los pedidos, establecer campañas de interacción con clientes, monitorear el estado de solicitudes, dar seguimiento a indicadores y tener un registro de todos los puntos de contacto de un cliente a lo largo del tiempo. En el sector de manufactura, este tipo de sistemas se utilizan principalmente para digitalizar el proceso de prospección a ventas o la captación de los pedidos. Estos son dos componentes del proceso donde la precisión es importante para la planificación de la demanda y la entrega de los productos, respectivamente.

En el caso de la planificación de la demanda, conocer el nivel de madurez o fase en el que se encuentra una oportunidad de venta sirve como *input* para la generación de un pronóstico, habilita la sincronización de la cadena y permite generar escenarios eficientes sobre como atender dicha demanda futura.

En el horizonte más operativo, digitalizar la captura de los pedidos otorga confiabilidad al proceso y asegura que todo entre en un flujo común independientemente de los canales. Estos últimos pueden ser físicos o digitales y estar representados por un portal web o una aplicación de celular.

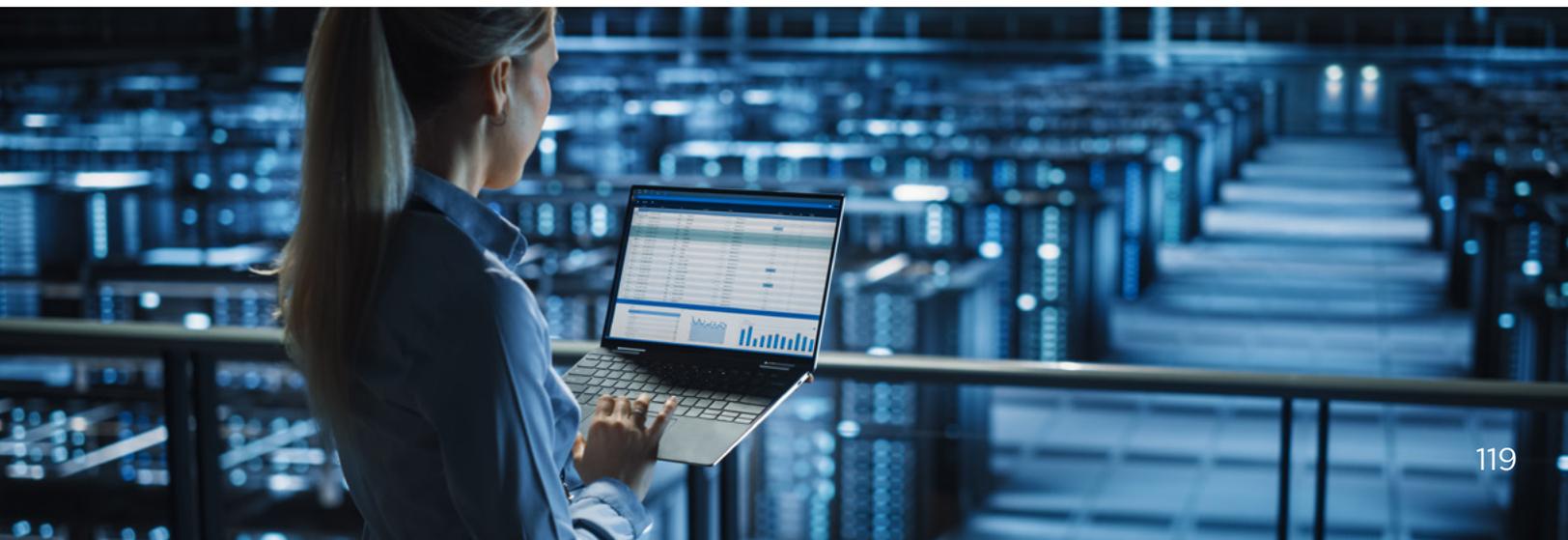
En ese sentido, la implementación de los CRMs se ha utilizado para afrontar desafíos como la eficiencia operativa y la mejora de la capacidad de respuesta al impactar en procesos críticos en flujos importantes de la venta, la postventa y la atención al cliente.

El porcentaje de adopción de este tipo de herramientas en el sector es bajo, ya que menos del 15% de los participantes asegura contar con ellas. Esto tiene que ver con la orientación del sector hacia un modelo B2B en el que el volumen se concentra en pocos clientes. Además de los costos de implementación, las barreras de adopción de esta tecnología tienen que ver con la falta de capacidad para ajustar procesos y sistemas legados y con la resistencia al cambio en la forma de operar de las fuerzas de ventas y clientes.

Como ejemplo de la implementación de este tipo de tecnologías, una organización metalúrgica de México, declara utilizar CRM para gestionar el seguimiento de las solicitudes del cliente, con lo cual declara haber logrado mejorar el índice de resolución de sus ejecutivos de atención.

E-commerce, marketplaces y medios de pago digitales

Las soluciones de comercialización, como los portales digitales de venta (*e-commerce*) incluidos los medios de pago digitales, han tenido gran adopción en el mercado, ya que permiten llevar la propuesta de valor de una forma más simple a clientes y mercados. En ese sentido, la manufactura y el comercio minorista poseen niveles de madurez muy distintos debido a que sus ventas están enfocadas en públicos muy diferenciados. Por un lado, el comercio minorista es una industria con orientación a consumidor (B2C) mientras que la manufactura es una industria más enfocada en clientes intermedios (B2B2C).





Los principales beneficios de las plataformas de *e-commerce*, *marketplaces* y medios de pago digitales están asociadas con la productividad y la eficiencia ya que sirven para disponer el portafolio de servicios a mercados masivos incurriendo en menores costes comerciales.

Un portal de *e-commerce* es una herramienta en la que las organizaciones despliegan su portafolio de productos y servicios y en donde los clientes pueden realizar pedidos, consultas y solicitudes de manera autogestionada. Estos portales, típicamente se enfocan en comercializar, de forma exclusiva, el portafolio de la empresa que los implementa. Son una analogía del punto de venta, en su formato digital y representan una alternativa a los canales físicos. Para implementar un *e-commerce*, no solo se requiere el despliegue del portafolio, sino que todos los procesos de negocio deben estar conectados de forma que el canal envíe las señales del cliente a las distintas áreas internas que deben gestionar los pedidos desde que se reciben hasta que se entregan incluida la logística reversa para la gestión de las devoluciones.

En el caso del comercio minorista, el nivel de adopción de las soluciones de *e-commerce* es alto ya que, desde hace varios años, se han implementado iniciativas para desarrollarlos. Debido a ello, es difícil encontrar alguna organización de este rubro que no cuente con un canal digital transaccional ya implementado. Este nivel de adopción se incrementó incluso después de la pandemia, cuando muchos minoristas se vieron obligados a mejorar sus procesos para garantizar la satisfacción de sus clientes.



El caso del sector manufactura es distinto ya que, al estar mayoritariamente enfocado en vender, la necesidad de un canal digital transaccional sofisticado no posee la misma relevancia. En este sector, la demanda se concentra en grandes clientes industriales, minoristas y distribuidores y no en el mercado tradicional masivo. Este tipo de clientes requiere de mayor personalización con exigencias propias en términos del diseño de la interfaz y funcionalidades.

Menos del 10% de los participantes del estudio declararon tener implementado este tipo de soluciones digitales. Esto se debe a la mayor representatividad de empresas de manufactura del comercio minorista. En los casos en los que se declaró contar con alguna herramienta, éstas estaban más enfocadas en la creación de portales propios para que los proveedores digiten sus requerimientos de demanda futura como parte de un proceso de planificación y pronóstico colaborativo (CPFR, por sus siglas en inglés).

La modalidad de portales sirve como escaparate de productos, pero sin la posibilidad de generar pedidos a través de este. El bajo nivel de penetración se explica por la dificultad para establecer un portafolio estándar ya que cada cliente puede requerir propiedades específicas al tratarse de empresas o clientes industriales que utilizan el producto como parte de su propio proceso productivo.

Una alternativa al *e-commerce* es la plataformas de *marketplace*, cuya principal diferencia es que la oferta engloba el portafolio de distintos fabricantes en el mismo lugar. Debido a ello, las plataformas de *marketplace* adquieren mayor escala al servir como enlace entre compradores y vendedores abarcan una mayor variedad de productos.

En el caso del sector manufactura, este tipo de portales son una solución más adecuada, ya que de otra forma se obligaría a un cliente a acceder a distintos portales para obtener el abastecimiento de todo lo que requiere. En ese sentido, además de las plataformas de *marketplace* multicategoría como Amazon o Mercado Libre, han comenzado a proliferar *marketplaces* especializados en subsectores específicos como los materiales para la construcción y decoración (e.g. Vivadecora en Brasil) o para la venta de automóviles usados (e.g. Kavak), por mencionar algunos ejemplos.

Otro elemento importante en el contexto de estas soluciones son los medios de pago digitales que sirven para facilitar la conversión al ofrecer a los prospectos de cliente distintos métodos para pagar por los bienes y servicios. Hasta hace un tiempo, los métodos de pago digitales estaban circunscritos solamente al pago con tarjeta de crédito o débito, o a las transferencias electrónicas.

De un tiempo para acá se han ido desarrollando métodos de pago que aplican según el canal en el que se utilicen. En el caso del canal físico, han proliferado métodos ligados a billeteras digitales disponibles en dispositivos electrónicos móviles que evitan la necesidad de utilizar una tarjeta física.



CASO DE ESTUDIO

AUTOMATIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE GESTIÓN DE PEDIDOS



Ubicación: Colombia, República Dominicana, Haití, Honduras, Panamá, Puerto Rico, otros.



Productos: Cemento, concreto, agregados, mezclas listas, cales hidratadas.



Acerca de:

Empresa cementera que ha logrado un importante liderazgo en el sector del cemento y concreto, alcanzando uno de los primeros 5 lugares en producción en América Latina. La empresa multinacional en crecimiento, consolida su presencia en 16 países y territorios con economías emergentes y desarrolladas. Lleva más de 80 años construyendo historia. Cuenta con más de 6,000 colaboradores en distintas regiones, 10 plantas de cemento, 250 plantas de concreto, más de 40 molinos, puertos y terminales, centros de distribución, y una flota propia de más de 3,000 activos entre camiones mezcladores, vagones de tren y barcos. Su capacidad instalada total es de aproximadamente 24 millones de toneladas de cemento y de 15 millones de metros cúbicos de concreto.



Problema a resolver:

En un contexto de transformación digital y tras la búsqueda acelerada para mejorar la experiencia de sus clientes, la empresa buscaba que para el año 2022 el 80% de sus interacciones fueran digitales, por este motivo las han simplificado a través de una plataforma digital que además de permitir realizar pedidos en línea, también deja consultarlos, confirmar y agendar sus entregas, hacerles seguimiento, verificar los estados de cuenta e históricos de calidad.

Esta estrategia busca mejorar la satisfacción de los clientes al proporcionarles una experiencia más ágil, sencilla y accesible a través de la plataforma. Además, esto le permitirá a la empresa optimizar sus procesos internos y mejorar su eficiencia, lo que se traduciría en una mayor eficacia en la atención de sus clientes y una mejora en la calidad de los servicios que ofrecen.

En este contexto, la empresa debería asegurarse de tener una infraestructura tecnológica robusta y segura que garantice la disponibilidad y la confidencialidad de la información de sus clientes, así como también proporcionar el soporte técnico adecuado para atender a sus necesidades.



Solución implementada:

La empresa implementó una solución digital diseñada para que sus clientes desde cualquier lugar y en cualquier momento puedan realizar, consultar y pagar sus pedidos de manera fácil, ágil y segura. La solución tiene una versión web y una app móvil para que los clientes puedan acceder desde sus dispositivos móviles. Además, esta solución les permite realizar un seguimiento en tiempo real del estado de sus pedidos y recibir notificaciones sobre cualquier cambio en la programación de sus entregas.

Es importante destacar que la seguridad de los datos y las transacciones de los clientes es una de las prioridades en la implementación de la solución, por lo que se utilizaron tecnologías de seguridad de última generación para garantizar la protección de la información de los usuarios.

Adicionalmente la empresa utiliza Inteligencia Artificial para gestionar la producción de sus productos.



Resultados obtenidos:

Actualmente, más del 50% del volumen del cemento que se comercializa en Colombia se genera a través de la plataforma diseñada, lo que los posiciona como una empresa líder en soluciones digitales del sector.

- Más del 60% y 40% de los pedidos de cemento y concreto, respectivamente, son realizados a través de la plataforma.
- +65,000 pedidos ingresados a través de la plataforma web y más de 21,000 a través de la app, equivalentes a más de un millón de toneladas de producto.
- En promedio, 1,850 clientes interactúan mensualmente con la plataforma.
- Ahorros de US\$13 millones anualmente, a través de la programación y gestión de su producción de manera digital.



Entre ellos, están la comunicación de campo cercano (NFC, por sus siglas en inglés) o el QR, con los cuales la proximidad o el simple escaneo aseguran el flujo de la transacción. El QR puede utilizarse en la modalidad digital en la que se cuenta con otras alternativas como las pasarelas de pago, enlaces de pago y la iniciación de pagos para el caso de transferencias bancarias.

Este tipo de herramientas de pago cuentan con un nivel bajo de adopción en el sector manufactura principalmente por el bajo nivel de adopción de canales digitales transaccionales.

En el sector, la mayor parte de las transacciones se ejecutan a través de métodos como las transferencias y domiciliaciones bancarias, depósitos y, en algunos casos, el efectivo. La principal barrera de adopción con respecto a estas tecnologías tiene que ver con la cultura del sector que ha trabajado con métodos tradicionales. La oportunidad en este ámbito es importante ya que con estas soluciones se pueden reducir algunas fricciones en el flujo de facturación a cobro.

En el caso del estudio, se encontró una compañía de cementos en Perú que implementó un portal para captura de pedidos en donde integra la gestión de los pedidos. Con ello, la empresa ha logrado mejorar sus niveles de servicio al contar con mayor integridad en la información que anteriormente se procesaba a través de correos y llamadas.

Bots conversacionales (*Chatbots*)

Los *chatbots* son aplicaciones de software que simulan mantener conversaciones con humanos en formatos escritos o hablados a través del uso de tecnologías como el procesamiento del lenguaje natural (NPL, por sus siglas en inglés) y el aprendizaje de máquinas (ML, por sus siglas en inglés). Son soluciones utilizadas principalmente en áreas de servicio al cliente y de servicio en ventas para la gestión de consultas y solicitudes.

Este tipo de soluciones, forman parte de los canales digitales de las empresas pues típicamente están ubicados como una alternativa adicional dentro de los mismos. Son una alternativa a los formularios digitales y normalmente se usan para consultas, solicitudes y transacciones de menor complejidad. A través de su integración con los sistemas de gestión como el CRM, los *chatbots* cuentan con la capacidad de retornar información requerida por el cliente o ingresar los datos básicos de una solicitud.

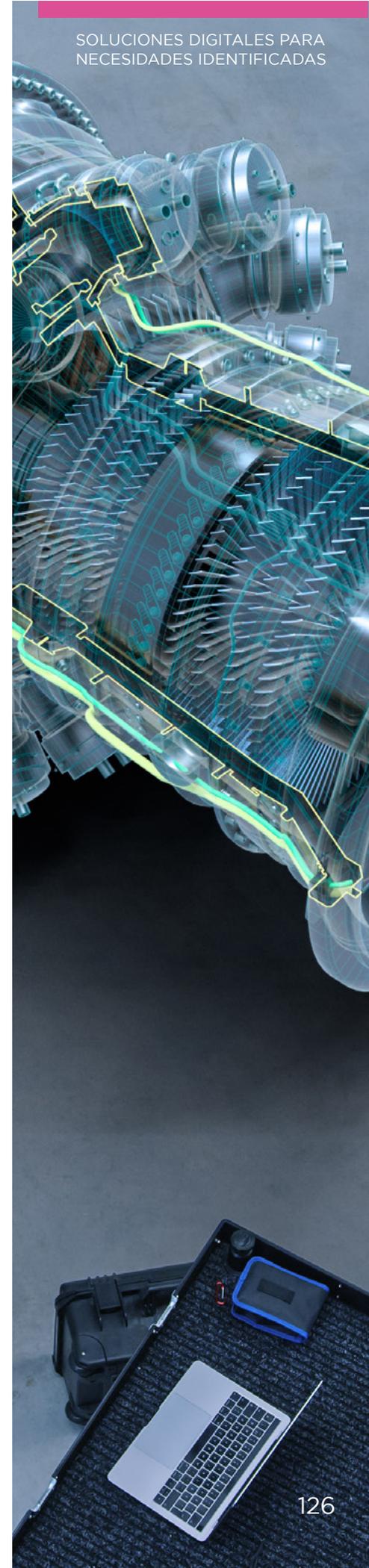
También se les conoce como asistentes conversacionales en su forma más desarrollada que puede involucrar el entendimiento de entradas no estructuradas y la interacción por voz. En estos casos, además del uso de NPL se utilizan técnicas como el entendimiento y generación del lenguaje natural (NLU y NLG, por sus siglas en inglés).



Los beneficios principales de estas soluciones están asociados con incrementar la productividad y eficiencia de las fuerzas de ventas y las funciones de *back-office* al reducir parte del volumen de consultas y solicitudes que deben ser procesadas por humanos.

Apenas una de las empresas entrevistadas, perteneciente al sector automotriz, declaró contar con este tipo de soluciones. En este caso, la empresa utiliza el *chatbot* como una alternativa de contacto en su portal público en dónde se puede explorar el catálogo de productos o resolver consultas simples de potenciales clientes.

La baja adopción de esta herramienta tiene que ver con barreras como el bajo volumen de transacciones que no justifican la inversión en este tipo de tecnologías y la priorización de otras implementaciones con mayor aporte de valor como la digitalización de los pedidos de clientes, que continúan siendo atendidos predominantemente por representantes de venta.



3.1.5 Soluciones Transversales

Además de identificar soluciones particulares para los eslabones de la cadena mencionados, también existen herramientas transversales que no solamente ejercen funciones específicas acorde a un área, sino que influyen en distintos ámbitos de la operación, optimizan el flujo de información, generan disponibilidad y accesibilidad a los datos y automatizan tareas transaccionales.

Sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) y sistemas de planificación avanzada (APS)

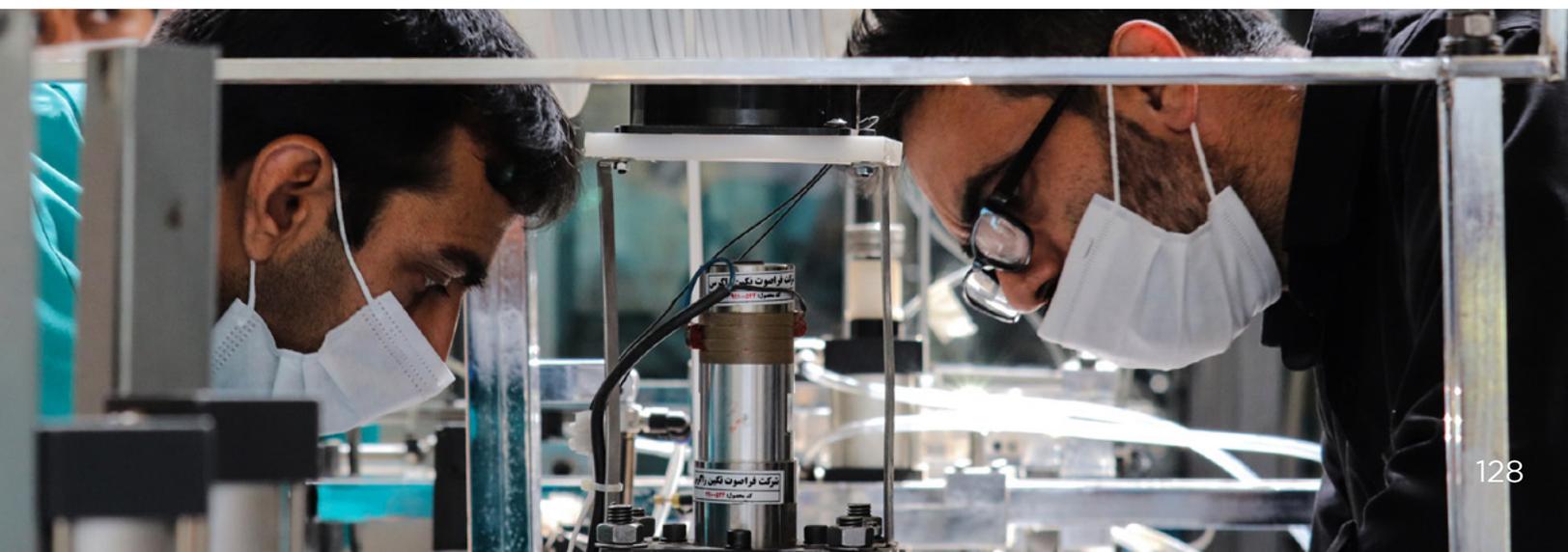
Los sistemas de planificación de recursos empresariales o *Enterprise Resource Planning* (ERP), son sistemas que las organizaciones utilizan para gestionar actividades diarias como la contabilidad, el aprovisionamiento, la gestión de proyectos, la gestión de riesgos, el cumplimiento y las operaciones de la cadena de suministro. En primera instancia, el ERP ayuda a gestionar de forma eficiente todos los procesos en un sistema integrado. Los sistemas ERP se complementan con sistemas de planificación avanzada (APS, por sus siglas en inglés) enfocados en la planificación de la cadena de suministro.

Ambas soluciones son complementarias. Mientras que el ERP sirve para registrar todas las operaciones de la empresa, los APS se enfocan en asegurar que se cuenta con las capacidades de materias primas, transporte y recursos en general para soportar las operaciones de acuerdo a la demanda proyectada. En ese sentido, ambas soluciones proporcionan transparencia en todo el proceso de negocio. En concreto, actúan como eje central al supervisar todos los aspectos de diferentes áreas y procesos como la gestión de contabilidad, las capacidades de planificación de demanda y producción, el seguimiento del abastecimiento y las operaciones y parámetros de la cadena de suministro.

Los beneficios que obtienen al implementar estas soluciones son diversos y, en general, están alineados con necesidades del sector como aumentar la eficiencia operativa, mejorar la trazabilidad y la resiliencia en la cadena de suministro y asegurar la continuidad operacional. Eso se logra a través del acceso a información consolidada del negocio y la planificación de recursos que además permite reducir riesgos y mejorar la capacidad de respuesta al mercado.

Ambas herramientas tienen con un alto nivel de adopción en las organizaciones del sector, ya que prácticamente todos los participantes cuentan este tipo de sistemas. El principal desafío tiene que ver con la obsolescencia de algunos ERPs y APS, así como la falta de finalización de las implementaciones ya sea en dimensiones geográficas o de funcionalidad. Al menos el 20% de las empresas entrevistadas declaran estar en un proceso de actualización de este tipo de sistemas. La mayoría de los casos están relacionados con la selección de nuevas herramientas ya sea para actualizar sistemas obsoletos o debido a que cuentan con versiones para las que el proveedor no ofrecerá soporte en el futuro cercano.

Las principales barreras para realizar estas actualizaciones tienen que ver con la envergadura de los proyectos, pues consumen muchos recursos necesarios para la operación del día a día. Hay otras barreras más específicas como la calidad de los datos y el rediseño previo que debe hacerse de los procesos de negocio para asegurar que la implementación verdaderamente impacte a la organización. Algunas empresas de la muestra comentaron también que las inversiones no siempre se justifican dado que las tecnologías son rígidas y no logran adaptarse lo suficiente a sus operaciones.

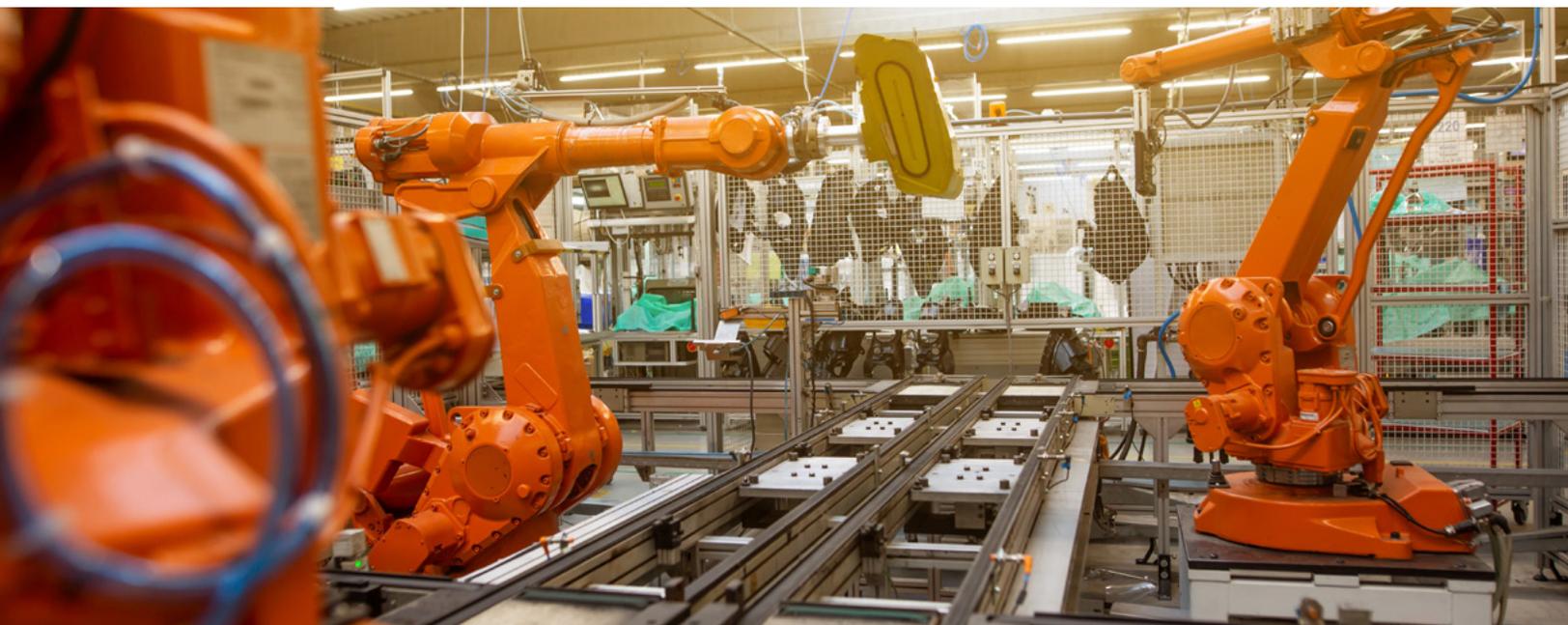


Data-Lakes y Data-Warehouses

Como se ha comentado a lo largo de este estudio, un elemento fundamental de la Transformación Digital es la implementación de modelos analíticos que aprovechen los datos para mejorar los procesos de negocio. Lo que se busca con estos modelos es describir, predecir o prescribir acciones o eventos que sirvan para optimizar las operaciones.

El sector manufactura es una industria que genera grandes cantidades de datos a través de sensores que pueden encontrarse a lo largo del proceso productivo, de logística o incluso las interacciones con clientes. Estos datos deben ser almacenados para su análisis y para ello se utilizan soluciones de datos como los *data-lakes* y los *data-warehouses*.

Un *data-lake* sirve para almacenar, procesar y proteger grandes cantidades de datos sin necesariamente requerir de una estructura predefinida. Este tipo de solución proporciona una plataforma escalable que permite transferir datos desde cualquier sistema, y habilitan el procesamiento de datos en tiempo real con programas de modelamiento analítico. Debido al menor costo de almacenamiento que tiene esta solución, es una excelente alternativa de respaldo de base de datos en su forma nativa (es decir, sin modificaciones).





Un *data-warehouse* es un repositorio de datos que se utiliza (mayoritariamente) para almacenar datos estructurados y preprocesados. Con ello, se recopilan datos históricos clasificados en bloques semánticos para generar información estratégica. El *data-warehouse* centraliza datos relevantes para la compañía, sistematizándolos y facilitando su análisis. En ese sentido, un *data-warehouse* es una solución más rígida en comparación a un *data-lake* pues requiere pasos previos a su implementación. Es por esto último que, los esfuerzos para implementar un *data-warehouse* son altos al requerir invertir recursos en configuración inicial, incluyendo el diseño y la implementación de esquemas, procesos de extracción y transformación de datos, y la carga de datos en el almacén.

Si bien ambas soluciones sirven para el almacenamiento de datos, es importante destacar las diferencias entre ambas. Los *data-warehouses* se utilizan para almacenar datos estructurados, ya procesados, y que pueden ser utilizados de forma directa por usuarios del negocio con finalidades concretas. Los *data-lakes*, en cambio, se utilizan para almacenar datos que pueden o no estar estructurados y para los cuales no necesariamente se tiene caracterizado un uso determinado. Debido a esta diferencia, los *data-lakes* tienden a ser utilizados cuando existen planes robustos para comenzar a capturar y almacenar volúmenes más altos de datos con el objetivo de descubrir casos de uso que puedan ser de utilidad en el futuro. Es por ello que, en la última década, más organizaciones han optado por desarrollar iniciativas para implementar *data-lakes*.

Los principales beneficios de este tipo de soluciones tienen que ver con incrementar la productividad y eficiencia de la organización al habilitar información centralizada para gestionar el negocio. Estas soluciones son un paso necesario para habilitar capacidades de analítica avanzada lo que a su vez mejora la capacidad de respuesta de la organización y sirve para mitigar riesgos.

El nivel de adopción de este tipo de tecnologías en las empresas que formaron parte del estudio es alto. El 83% de las compañías cuentan con implementaciones totales o parciales de *data-warehouses* para una parte importante de los datos del negocio y el 13% de los participantes declararon tener iniciativas en curso para la implementación de *data-lakes* al tener intenciones de la capturar muchos más datos para incorporar en sus modelos analíticos. En el caso de los *data-lakes*, la principal barrera mapeada para la adopción fue la falta de planes concretos para captura de data incremental. Otra barrera habitual fue el esfuerzo para la limpieza de datos que a pesar de no ser necesaria para almacenar los datos sí que se requiere previo a utilizarlos.

Como ejemplo, destacamos 3 empresas, de los subsectores de distribución (Chile), comercio minorista (Perú) y productos metálicos fabricados (México) que declararon tener implementados *data-lakes* y estar inmersos en iniciativas para continuar desarrollándolos. Llama la atención que solo uno de los casos se refiere al sector manufactura, lo que puede evidencia una menor necesidad de capturar grandes cantidades de datos por el menor volumen de transacciones que resulta de la concentración de sus ventas en pocos clientes.



Automatización inteligente de procesos no productivos

La Automatización Inteligente de Procesos (IPA, por sus siglas en inglés), se refiere a la aplicación de tecnologías de automatización en los procesos transaccionales de las organizaciones, incluyendo automatización robótica de procesos (RPA, por sus siglas en inglés), el reconocimiento óptico de caracteres (OCR), los *workflows*, y las plataformas de gestión de procesos (BPM) que, en ocasiones se combinan con la analítica avanzada, el *machine learning* y la inteligencia artificial, permiten producir configuraciones automatizadas en distintos procesos del negocio.

Los RPAs son robots de *software* que automatizan tareas repetitivas de *back office* como la digitación, estructuración y recuperación de datos, clics de botones, cargas y descargas de archivos, lectura y procesamiento de documentos. En el sector de la manufactura y el comercio minorista existen muchas tareas con estas características, sobre todo en procesos de atención al cliente, compras y áreas de soporte como finanzas y contabilidad.

Los beneficios de implementar este tipo de soluciones de automatización tienen que ver con la eficiencia operativa y la productividad ya que implican en reducir la cantidad de trabajo manual que actualmente es realizado por personas. Dependiendo del tipo de proceso en el que se apliquen, estas tecnologías también tienen el potencial de mejorar la experiencia de los clientes, los tiempos de respuesta y la precisión en la ejecución.

Como ya se comentó, es común encontrar los RPAs integrados con otras soluciones de automatización para expandir sus usos a más situaciones, como por ejemplo los flujos de trabajo inteligentes (*Smart workflows*), que son secuencias de procesos automatizados, interconectados y sincronizados para lograr un resultado específico, o los algoritmos analíticos y motores de decisión que retornan alguna respuesta en función de parámetros de entrada. En este último caso, estamos hablando de niveles de automatización que involucran el uso de algoritmos más avanzados.

Los sistemas para gestión de procesos (BPMs), son herramientas robustas que se utilizan cuando lo que se busca es automatizar bloques de procesos de una forma más transversal. Estas soluciones sirven para diseñar, ejecutar, supervisar y optimizar procesos en combinación con otras herramientas previamente descritas en este estudio.

Los BPMs contribuyen a la integración de sistemas, procesos, estructuras de datos y personas al tener la capacidad de estandarizar y centralizar una gran cantidad de flujos de trabajo. Algunas herramientas utilizadas para BPM, cuentan con la capacidad de modelado sin necesidad de desarrollar código. Para ello utilizan una interfaz gráfica que involucra funciones que representan entradas, salidas y operaciones que se pueden interconectar con otros elementos como los *workflows* y lo RPAs.

Figura 18: Marco de Automatización Inteligente



Fuente: Elaboración propia en función del marco de automatización inteligente de NTT DATA

Por último, dentro del marco de la automatización inteligente hay herramientas como el reconocimiento óptico de caracteres (OCR, por sus siglas en inglés), que permiten leer una imagen de texto y convertirla en un formato utilizable por un ordenador. Esta tecnología tiene el potencial de simplificar trabajo minucioso como la lectura de una factura y la digitación de sus parámetros para posteriormente ser procesada por una persona o por un robot.

Combinadas con el uso de las firmas electrónicas, estas soluciones han mostrado una alta capacidad para crear flujos de proceso automatizados o semiautomatizados en los que se generan eficiencias, ya sea por la velocidad para llevar a cabo el proceso o por la cantidad de recursos enfocados para ello.

El nivel de implementación de procesos inteligentes en el sector de manufactura es medio ya que, a pesar de que el 85% de las empresas participantes declara contar con la implementación de alguna de estas tecnologías, la mayor parte reconoce que las automatizaciones logradas no han arrojado los beneficios esperados. Esto se debe principalmente a factores como a la falta de estrategias de gestión del cambio y la capacitación de las fuerzas laborales, la visión fragmentada con la que se ha implementado la automatización, la inexistencia de un gobierno que garantice la actualización de las automatizaciones cuando el proceso evoluciona o se ajusta la estructura de datos y la dificultad para justificar la inversión inicial requerida.

Por ejemplo, se identificó el caso de una empresa productora de metales en Brasil que ha implementado RPAs en para el llenado automático de campos en la generación de órdenes de compra, así como para autorizar de forma automática órdenes recurrentes de montos menores. A través de dichas implementaciones, se ha reducido el tiempo total dedicado a estas actividades y la cantidad de personas enfocadas en ello, generando ahorros que resultan de la mayor productividad y eficiencia del proceso.



Ciberseguridad en aplicaciones

La ciberseguridad se refiere al conjunto de prácticas de las organizaciones enfocadas en garantizar la seguridad de la información a través de la protección de los sistemas, bases de datos y redes de ataques digitales. La implementación de estas prácticas sirve para evitar que personas u organizaciones no autorizadas puedan consultar, modificar o destruir información que ponga en peligro la continuidad del negocio o la integridad de las personas.

Contar con estándares de ciberseguridad es en particular importancia para las empresas del sector manufactura ya que la Transformación Digital supone un incremento sustancial de la cantidad de data que se colecta y comparte a través de las redes.

Implementar prácticas de ciberseguridad involucra procesos y protocolos de acción para garantizar la integridad de la información y asegurar que los usuarios son capaces de identificar, evitar y gestionar los ataques. Así mismo, a nivel tecnológico, implica implementar herramientas y procesos de seguridad informática tanto para el desarrollo del software como para la protección de dispositivos como computadoras, teléfonos móviles, redes y servidores.

Este tipo de soluciones, además de ser necesarias en el contexto actual, ofrecen beneficios asociados a la productividad y el aseguramiento de la continuidad operativa de las organizaciones. Al prevenir posibles ataques, las empresas pueden evitar costos asociados a la caída de sistemas y la pérdida de ventas que pueden derivarse de los mismos.

La mayor parte de las organizaciones declararon contar con iniciativas asociadas a la ciberseguridad. Sin embargo, al menos el 17% consideraron tener oportunidades de mejorar sus prácticas. En particular se destacó la falta de conciencia de los usuarios sobre prácticas para reducir la probabilidad de tornarse víctimas de ataques que pongan en riesgo la integridad de la seguridad informática de la organización.

WI-FI 6 y 5G

En este estudio hemos hablado de tecnologías como el IIOT cuya aplicación no sería posible sin la existencia de soluciones que permitan la transmisión de volúmenes importantes de data a alta velocidades y con bajos tiempos de respuesta. En ese contexto, soluciones como el 5G y el WI-FI 6 cobran relevancia al ser habilitar la conectividad requerida para que este tipo de implementaciones puedan operar.

5G se refiere al despliegue de la quinta generación de redes móviles. Esta red permitirá velocidades de transmisión 20 veces mayores que la tecnología predecesora, el 4G. Otra ventaja es el tiempo de respuesta que supone intercambios de datos prácticamente en tiempo real lo cual se traduce en confiabilidad para aplicaciones como el control a distancia de robots, máquinas y otros elementos productivos o logísticos en los que una fracción de segundo puede ser importante para asegurar el resultado deseado o evitar un accidente.

El WI-FI 6 es un tipo de red inalámbrica que sirve para conectar de forma digital dispositivos electrónicos. Al igual que el 5G, sus principales beneficios están asociados a la mayor capacidad de transmisión de datos y a su mejor desempeño en ambientes con múltiples dispositivos conectados.

Ambas soluciones son habilitadoras de tecnologías como el IIOT y son complementarias entre sí. El estado de adopción de 5G en América Latina aún es intermedio, particularmente cuando se considera la amplitud geográfica de la cobertura que en algunos países se limita a algunos sectores de las principales ciudades.

3.2 Soluciones para gestión de gobierno ambiental, social y corporativo

Uno de los focos de la industria de manufactura tiene que ver con el gobierno ambiental, social y corporativo. Esto es así debido a que, al ser sectores con un alto consumo de energía y emisiones, reducir la huella ambiental es un tema relevante en sus agendas. Esto cobra mayor importancia si se tiene en cuenta que el sector contribuye con 24% de las emisiones de efecto invernadero¹⁴.

Otro aspecto importante de las agendas del sector en ámbitos de gobierno ambiental, social y corporativo (ESG, por sus siglas en inglés) es el incremento de la participación de la mujer que actualmente representa apenas el 30% de la fuerza laboral en el caso de la manufactura y el 38% en el caso del comercio en América Latina en 2021 de acuerdo con estadísticas de la CEPAL.

Entre las soluciones identificadas en el sector en el ámbito de sostenibilidad destacan el ajuste de los modelos de negocio hacia procesos circulares centrados en el reciclaje y la utilización de materias primas menos contaminantes, las plataformas de monitoreo y gestión ESG habilitadas por telemetría y conectividad, y *blockchain* como alternativa para la trazabilidad de materias primas e insumos.

14 (Ritchie et al., 2020)



Plataformas de monitoreo y gestión ESG

Las plataformas para monitoreo y gestión ESG son soluciones digitales que ofrecen la capacidad de consolidar la administración y monitoreo de indicadores asociados con la huella medioambiental, el impacto social y el buen gobierno corporativo. Por medio de estas plataformas, las organizaciones pueden capturar y publicar información que les permita entender y monitorear el desempeño acorde a las metas que se han planteado y a las regulaciones a las que deban ceñirse en cada ámbito.

Los beneficios de este tipo de plataformas, además de mitigar el riesgo corporativo, están asociados con la eficiencia operativa en la medida en que logren simplificar los procesos de captura y auditoría de esta información, o a la propia mejora operativa derivada del monitoreo de este tipo de indicadores principalmente por el menor consumo de recursos o el mayor rendimiento de las materias primas.

Un elemento importante de estas herramientas es la capacidad de integrarse con componentes que puedan medir y registrar en tiempo real indicadores específicos asociados a la explotación de recursos, consumo y sustitución de materias primas y las emisiones en cada punto de extracción o transformación. Estos componentes normalmente son medidores, sensores o software en los que dicha información ya se encuentra disponible.

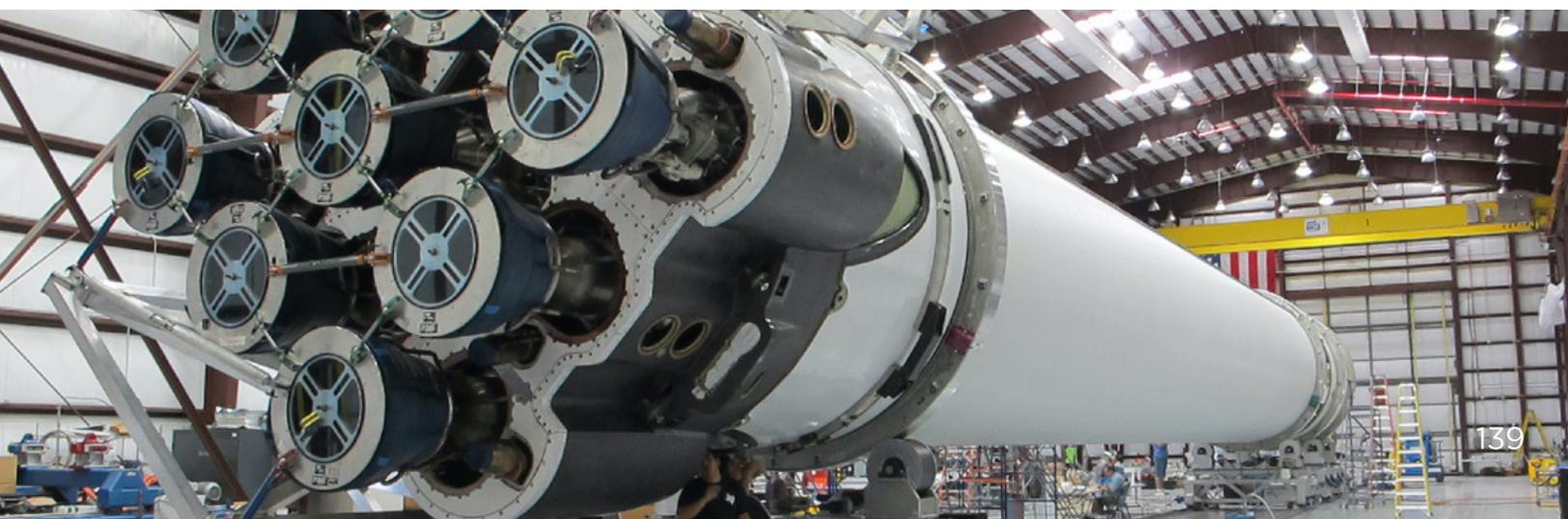


En el caso del sector de la manufactura, los datos e indicadores que se gestionan con este tipo de plataformas tienen que ver con la explotación de recursos naturales, las compras de recursos naturales, la composición del consumo eléctrico y de combustibles, la diversidad y composición de la fuerza laboral, las relaciones con proveedores y la sostenibilidad financiera.

Sectores como la industria del cemento han sido pioneros en la implementación de este tipo de tecnologías en combinación con otras como la instalación del equipo para medir las emisiones en sus fábricas en tiempo real, la captura de dióxido de carbono generado en el proceso de producción de cemento, la sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos como la biomasa y la reutilización de escombros para reintegrarlos en el proceso de producción de materiales.

En la medida en la que estas plataformas simplifican el proceso de captura y revisión de indicadores, las organizaciones pueden gestionar de mejor forma el avance en relación con sus metas. La clave está en que, una vez implementados, la mayor parte del tiempo pueda dedicarse al análisis y la toma de decisiones que aceleren la reducción de la huella de carbono y el impacto del negocio acorde a las prácticas sostenibles que se quieran adoptar.

Un elemento para destacar es que en subsectores avanzados como el automotriz, este tipo de herramientas pueden servir también para fomentar que las prácticas se adopten no solo por la propia organización sino también por la cadena de valor de sus proveedores. Así, estas plataformas pueden servir para calificar proveedores en función de su nivel de madurez en cuestiones de sostenibilidad, alineando toda la cadena de suministro hacia economías más verdes.



Adopción de modelos de negocio basados en procesos/economías circulares

Las economías o procesos circulares son conceptos que buscan el ajuste de los modelos de negocio de forma que estén más orientados a la sostenibilidad. El concepto se centra en incrementar el aprovechamiento de los recursos a través de la reducción del desperdicio y el reciclaje de materiales y productos, con el objetivo de reducir la huella ambiental generada.

Las economías circulares son lo opuesto a las economías lineales, en las que los productos se fabrican, se usan y se desechan sin atender a las externalidades generadas por el desperdicio y los residuos. La economía circular busca crear ciclos semicerrados de producción y consumo, en los que los recursos se reutilizan y los productos se mantienen en uso el mayor tiempo posible.

Algunos de los subsectores industriales en los que el concepto de economía circular está más avanzado en su implementación son la fabricación de vehículos y la industria de materiales para la construcción. Por ejemplo, en la fabricación de vehículos los fabricantes han comenzado a diseñar productos que se pueden desmontar más fácilmente para reciclar sus componentes y reintroducirlos en la cadena productiva. En el caso de la industria de materiales para la construcción, las empresas están adoptando el enfoque de economía circular para reducir el uso de combustibles fósiles como ocurre en la industria cementera para reintegrar el uso del escombro en la cadena de valor y producir un nuevo producto, pero reduciendo la extracción del recurso natural.



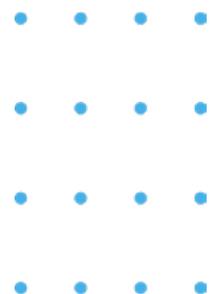
En el estudio, se identificó una organización productora de cristal en Chile que no solamente tiene internalizado el concepto en sus procesos productivos, sino que incluso creó un área específica para asegurar que el modelo de negocio se oriente cada vez más hacia este concepto.

Si bien el concepto de economía circular está relativamente difundido, en el estudio, apenas el 13% de las organizaciones participantes declararon contar con un sistema avanzado para supervisar los elementos reincorporados en la cadena de valor, mientras que el resto de las organizaciones declararon estar en etapas incipientes para la implementación de este tipo de modelos.

Lo anterior puede estar asociado a que para implementar este concepto hay que sobreponerse a barreras entre las cuales destacan los costos asociados con la reutilización y el reciclaje de los materiales y la falta de incentivos para adoptar enfoques de producción más sostenibles en los que el estado del arte tiende a ir más adelantado a la regulación.

Blockchain trazabilidad y certificación de sostenibilidad

La tecnología *blockchain* sirve para garantizar confiabilidad y trazabilidad de transacciones y activos al registrar de forma permanente y segura información sobre las mismas en libros de registro (*ledgers*) distribuidos en los que no existe la necesidad de un ente centralizado. Esta tecnología, que se popularizó en las última dos décadas principalmente por el auge de las criptomonedas, tiene potencial para ser utilizada en otros casos de uso del sector de manufactura en los que la trazabilidad de punta a punta es relevante.



CASO DE ESTUDIO

SISTEMATIZACIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS PARA EMPRESA DE TRANSMISIONES AUTOMOTRICES



Ubicación: Asia, Europa, Estados Unidos y México.



Productos: Transmisiones Variables Continuas y Transmisiones Automáticas.



Acerca de:  **VEOLIA**

Veolia es una empresa proveedora de soluciones de gestión de recursos y residuos, que ofrece soluciones orientadas a maximizar la reutilización de recursos y fomentar la transición a modelos de economía circular.

Veolia busca cerrar el ciclo de vida de los productos y materiales, maximizando su uso y minimizando el impacto ambiental. Al ofrecer dichas soluciones, sus clientes pueden adoptar prácticas más sostenibles y obtener eficiencias operativas.

Cliente, es una empresa de origen japonés, con presencia en México, líder en el área automotriz, dedicada a la fabricación de Transmisiones Variables Continuas y Transmisiones Automáticas.



Problema a resolver:

Dada la importancia de la implementación de sistematizaciones y automatización en la gestión de residuos, el proveedor apoyó al cliente en el desafío que ésta enfrentaba en materia de disposición final de sus residuos.

El desafío:

- Selección de mejores opciones de valorización, reciclaje y disposición final.
- Sistematización y automatización de flujo de residuos para lograr técnica y económicamente el mejor manejo de éstos.
- Promover el reciclaje y la minimización de residuos a través de la concienciación y el entrenamiento del personal.



Solución implementada:

Equipo de más de 15 personas, implementado por **Veolia** en las inmediaciones del cliente, para la administración de almacenes con sistemas RPS (*Rear Projecting System*), de sus plantas. Un RPS se utiliza en la industria para mejorar la eficiencia de los procesos y permite la integración de todas las áreas de la empresa, desde la ingeniería hasta la producción, para mejorar la gestión de la información y los recursos. Responsables de la programación de embarques a destino final, elaboración automática de documentos, bitácoras, reportes de movimientos operativos, así como apoyo a auditorías internas para el cumplimiento de certificaciones. Buscando eficiencias económicas y minimizar la generación de residuos en la planta.

La solución buscaba:

- Optimización en costos ambientales.
- Completo control y cumplimiento ambiental.
- Búsqueda de mejores alternativas de reciclaje, tratamiento y disposición final.
- Certidumbre a la empresa de que sus residuos son adecuadamente manejados.

Veolia se apalanca de sus diferentes soluciones digitales, de inteligencia artificial y de automatización para generar y brindar soluciones hechas a la medida para sus clientes.



Resultados obtenidos:

Tras la implementación de la solución el cliente obtuvo los siguientes beneficios:

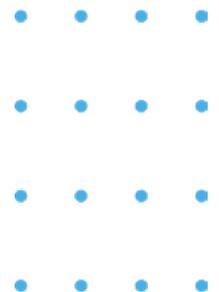
- Control y automatización de la información generada en torno al manejo y envío de residuos peligrosos.
- Llevar a cabo una logística eficiente de embarques de manera digital.
- Revisión de autorizaciones de compañías transportistas y destinos finales.
- Captación continua en el manejo de sistemas RPS.



Una red de *blockchain* puede ser utilizada para hacer seguimiento de pedidos, pagos, recursos, detalles de producción y otras aplicaciones. Principalmente, se busca que los usuarios cuenten con una fuente fidedigna de información, lo que proporciona confianza al sistema al ofrecer una verificación de condición de origen a todos los participantes en tiempo real.

Es justamente esta posibilidad de rastreo en la que se centran los principales casos de uso de esta tecnología en la industria. Estos casos están asociados con aplicaciones para comprobar el cumplimiento de grados de sostenibilidad de insumos y materias primas que ingresan un proceso, así como de sus proveedores y el origen de sus suministros y fuentes de energía.

Con este tipo de aplicaciones existe potencial de contribuir a una medición más precisa de la huella de carbono de una organización e incluso de un sector. Este último punto no está exento de contradicción pues para monitorear indicadores ambientales se estaría utilizando tecnología que requiere altos consumos energéticos¹⁵.



15 (Knoll & Viola, 2018)

Dentro de los subsectores determinados en el estudio, destaca la industria automotriz, donde se han implementado pruebas piloto que utilizan *blockchain* para asegurar la cadena de suministro de los componentes y garantizar que se cumplan los requisitos de fabricación y sostenibilidad.

Ese mismo caso de uso se ha pilotado en el sector del comercio minorista para rastrear el origen de los productos. En ambas industrias, el objetivo es similar: validar condiciones de origen. Esto podría ser de utilidad no solo para efectos de certificación y confianza sino para gestionar casos de emergencia como la detección de lotes de componentes defectuosos que podrían causar daño al usuario final.

Aunque *blockchain* tiene un gran potencial para resolver problemáticas asociadas a la trazabilidad, compite con otras soluciones de trazabilidad mencionadas en este estudio.

El porcentaje de adopción de esta solución en el sector es bajo y solo se logran identificar participantes que experimentan con la tecnología y que representan menos del 3% de la muestra. Esto puede estar relacionado con las barreras de adopción entre las cuales destacan el esfuerzo para establecer estándares que sean adoptados por una gran cantidad de organizaciones, y la puesta en común de los elementos mínimos para los cuales vale la pena establecer dicha trazabilidad.



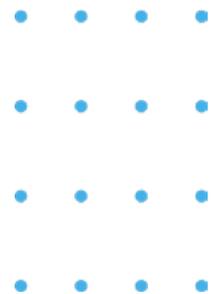


3.3 Ecosistema del sector y startups

Para la confección de este estudio, además de los corporativos participantes también se incluyó el punto de vista de algunas *start ups* y otras empresas que participan en los distintos eslabones de la cadena de valor del sector de la manufactura.

Por un lado, la intención es complementar la visión de los corporativos con las de organizaciones nuevas cuyo modelo de negocio fue concebido con características digitales; por otro, se busca contrastar la información ofrecida por los corporativos con la de empresas medianas, así como validar hasta que punto los corporativos funcionan como un agente de cambio para el progreso tecnológico en el sector.

Como parte de la muestra, fueron entrevistados *start ups* y proveedores enfocados en el monitoreo de activos y mercancías industriales, el almacenaje y logística de última milla, plataformas para compras y licitaciones, bots conversacionales con inteligencia artificial para atención de clientes y distintos insumos manufacturados. Los resultados del estudio fueron analizados en función de la muestra de *start ups* y proveedores entrevistados.





Entre los principales hallazgos, destaca el alto grado de especialización del eslabón productivo donde radica una de las ventajas competitivas del sector. En línea con ello, se identificó un número limitado de *start ups* con foco en este eslabón de la cadena. Los casos más emblemáticos están asociados a empresas que ofrecen soluciones de monitoreo de activos industriales a través de sensores e IIOT, servicios de optimización logística en la cadena de suministro y plataformas colaborativas para compras y licitaciones.

Como resultado de las entrevistas a las *start ups* y empresas que interactúan con las organizaciones del sector, fueron caracterizados algunos hallazgos:

1. Experiencia: La mayor parte del *expertise* en las *start ups* proviene de perfiles que, en algún momento, formaron parte del sector. Esto representa una oportunidad, ya que dichos perfiles cuentan con ambos contextos, lo que debería servir como ventaja para entender necesidades y satisfacerlas.

2. Barreras de colaboración: Se percibe complejidad para colaborar con las organizaciones más tradicionales del sector debido a factores como alta burocracia en procesos, la poca integración de herramientas digitales y la propia escala que, en ocasiones, demanda cumplir con condiciones unilaterales para ser proveedor o integrarse en su cadena.

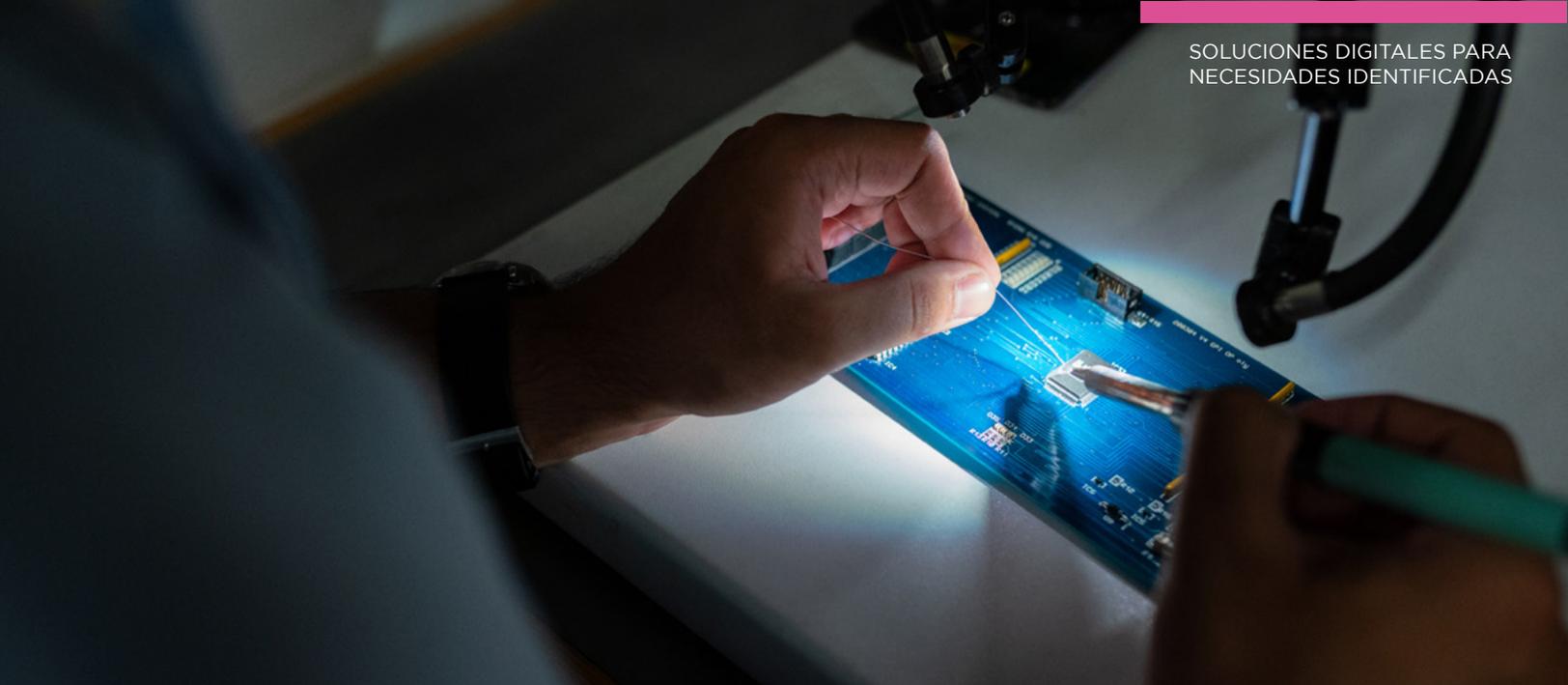
3. Actitud emprendedora y aversión al riesgo: En general, las *start ups* consideran que hay una asignatura pendiente en términos de cultura emprendedora para que los funcionarios del sector manufactura gocen de mayor autonomía y apetito para experimentar con nuevas soluciones y proveedores.

4. Mayores esfuerzos de personalización: Todas las *start ups* entrevistadas se enfrentan al desafío de personalizar sus procesos de acuerdo con políticas y prácticas de las empresas con las que colaboran y que, en muchas ocasiones, requieren ajustes a pesar de pertenecer a un mismo sector.

En función de los hallazgos, se concluye que existe un enorme potencial en *start ups* para lograr una mayor penetración en el sector de la manufactura en América Latina e integrarse mejor en su cadena de valor.

Esto debe darse a través de un proceso en el que las grandes organizaciones se aproximen al ecosistema emprendedor para buscar soluciones alineadas que resuelvan sus principales desafíos. Por otro lado, se confirma el estado incipiente de la Transformación Digital al sector y la gran oportunidad que tiene de integrar tecnología en sus procesos para hacer frente a los desafíos planteados al inicio de este estudio.





3.4 Hoja de ruta para la Transformación Digital en el sector

Entendiendo la Transformación Digital como un medio para lograr objetivos de las organizaciones y no como un fin, se vuelve importante incorporar una hoja de ruta para encontrar nuevas formas de operar que permitan enfrentar los desafíos ya descritos en este estudio.

Contar con una hoja de ruta permite sentar las bases para que las organizaciones de la región tengan claridad de los pasos para transitar este proceso de forma efectiva. Esta hoja de ruta general es un punto de partida que debe ser adaptada a las necesidades, desafíos, metas y estado de madurez específicos de cada empresa del sector.

A través del estudio, se identificaron cinco fases que contemplan algunas acciones clave para alcanzar los objetivos digitales y de sostenibilidad.





1. Diagnóstico la cadena de valor: Implica entender el punto de partida, las necesidades específicas de la organización, el nivel de madurez digital en relación con la industria, las capacidades tecnológicas existentes y la madurez de industrias adyacentes.

2. Estrategia digital: En función del paso previo, establecimiento de una visión de Transformación Digital y los focos de acción para alcanzar objetivos específicos del negocio y/o un nivel de madurez deseado que además incorpore propósito, modelo de gobierno, estructura, cultura y gestión del cambio adecuados para el éxito.

3. Priorización y planeación: Priorización y diseño de iniciativas de transformación que establezcan hitos de implementación y consideración de restricciones que pueden estar asociadas a la factibilidad o nivel de inversión requerido.

4. Prueba e implementación: Ejecución de pruebas de concepto (PoC) o desarrollo de productos mínimos viables para la evaluación del funcionamiento de las mejoras previo a la escalación de las soluciones que sean efectivas.

5. Evaluación y monitoreo continuo: Establecimiento de mecanismos que permitan medir el desempeño de los indicadores clave en función de las metas definidas para la Transformación Digital y las soluciones específicas.

Figura 19: Hoja de Ruta para la Transformación Digital



Fuente: Elaboración propia

Diagnóstico de la cadena de valor

El primer paso para enfrentar la Transformación Digital consiste en analizar la situación actual de la compañía. Este estudio permite acotar el foco del análisis a las principales necesidades identificadas, pero, como ya se ha mencionado en este informe, se requiere un diagnóstico específico que considere las particularidades de cada organización y su punto de partida.



En esa línea, el diagnóstico se debe enfocar en entender los procesos, el nivel de digitalización de los mismos y el valor agregado de transformarlos. También es importante evaluar cuáles son las tecnologías que soportan las operaciones, el ecosistema de plataformas y sistemas, el nivel de automatización y la arquitectura y herramientas de procesamiento de datos. Por último, es necesario comprender el nivel de cultura digital en la organización que abarca aspectos como la colaboración, el *tech literacy* (conocimiento digital) de los equipos y el uso de metodologías ágiles en ámbitos organizacionales y de desarrollo tecnológico.

Este proceso de diagnóstico suele ser complejo no solo porque demanda recursos para observación y análisis, sino por la dificultad para poner en común las conclusiones con distintas áreas y direcciones que pueden tener una percepción divergente o fraccionada de la misma realidad. Otro factor relevante es la falta de calidad de la información requerida o la concentración del conocimiento de la empresa en pocos perfiles que suelen presentar resistencia para compartir dicho conocimiento.

El diagnóstico debe culminar en la identificación de oportunidades y necesidades del negocio a partir del contraste de herramientas tecnológicas y otras capacidades observadas en el mercado, incorporando análisis de *benchmarking* para detectar las principales brechas.

Estrategia digital

Para cualquier transformación se requiere una estrategia clara y soportada por un gobierno que permita materializar las acciones de la organización. En esa línea, las organizaciones deben establecer el motivo que justifica la transformación y el estado futuro que se quiere alcanzar, definiendo una visión concreta con un plazo específico para su cumplimiento.

Una vez que se cuenta con una visión, se deben establecer las metas a lograr, respondiendo a preguntas como: ¿Cuáles son las áreas o aspectos del negocio donde queremos transformarnos? o ¿Qué objetivos específicos queremos lograr en cada ámbito? Para esto, lo recomendado es contar con un equipo dedicado a la Transformación Digital que incorpore roles ejecutivos y de gestión con un enfoque transversal.

De esta manera se logra conectar todas las áreas de la organización y articular una estrategia que considere sinergias entre distintas líneas de trabajo.

Así mismo, se requiere un modelo de gobierno que permita orquestar la toma de decisiones estableciendo mecanismos para gestionar los avances de cada línea del portafolio de iniciativas y asignar recursos de forma eficiente de acuerdo a los presupuestos definidos.





Uno de los aprendizajes del estudio en esta fase, es que las empresas con mayor nivel de madurez son aquellas que sí cuentan con una visión y plan de transformación estructurado y además conocido por la organización. En dichas organizaciones, que representaron un 10% de los participantes, el plan era además orquestado por un área específica y contaba con mecanismos claros que servían para gestionar el avance.

Sin embargo, la mayoría de las empresas del sector avanzan en su transformación sin tener claridad del motivo y los objetivos de la misma. Por ello, en ocasiones suelen implementar soluciones en silos que no cuentan con una visión punta a punta de la cadena y que acaban generando ineficiencias por retrabajo o duplicidad. Es por esto que es fundamental establecer la aspiración de la organización y contar con objetivos específicos, para que las soluciones de Transformación Digital tengan un verdadero impacto en las metas esperadas.

Priorización y planeación

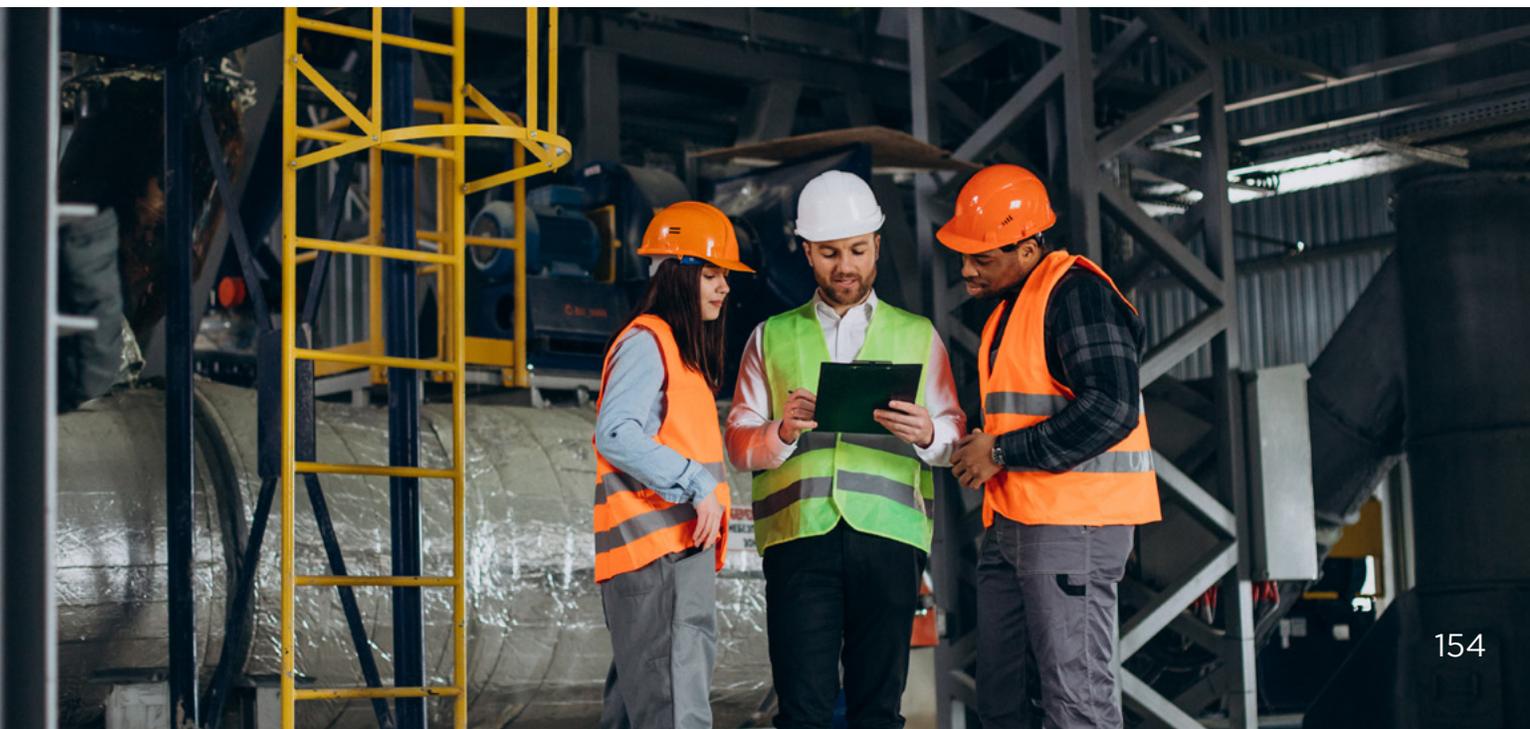
Una vez definida la estrategia, estructura de equipo y gobierno para dirigir y gestionar la Transformación Digital, el siguiente paso es establecer un modelo de evaluación y priorización de las oportunidades e iniciativas que garantice la medición de variables relevantes para los objetivos estratégicos. Para esto, es necesario ejecutar un proceso de diseño y dimensionamiento de la iniciativa, su impacto y sus costos asociados. En este punto, el principal desafío es combinar los métodos de evaluación de proyectos tradicionales con la evaluación de proyectos de innovación que tienen una componente de retorno más difícil de caracterizar.

En esta fase, se sugiere contar con modelos de evaluación flexibles pero que permitan comparar de manera efectiva el valor asociado a cada iniciativa en función de variables como la eficiencia operativa, el desarrollo de nuevos negocios o el costo de oportunidad de no transformar un proceso dado.

Además, deben integrarse otros factores como la factibilidad de implementación en un plazo específico y los recursos requeridos, tanto financieros como humanos. Es importante que cada organización sea capaz de determinar cuál es el peso que las variables de evaluación tienen en la priorización, ya que de ello determinará el cronograma del plan.

En organizaciones donde el presupuesto no representa una restricción, la variable de factibilidad y valor agregado de la iniciativa cobran mayor relevancia. Sin embargo, de acuerdo con el estudio, la mayor parte de las organizaciones tienen alguna restricción de presupuesto y tienden a financiar gran parte de sus planes con la reinversión de utilidades o la liberación de eficiencias que la misma transformación genera.

Cabe destacar que el plan de Transformación Digital debe ser flexible para incorporar iniciativas de alto valor de manera proactiva, ejecutando constantemente actividades de evaluación y priorización para determinar focos de corto plazo o ajustar las expectativas de mediano-largo plazo.

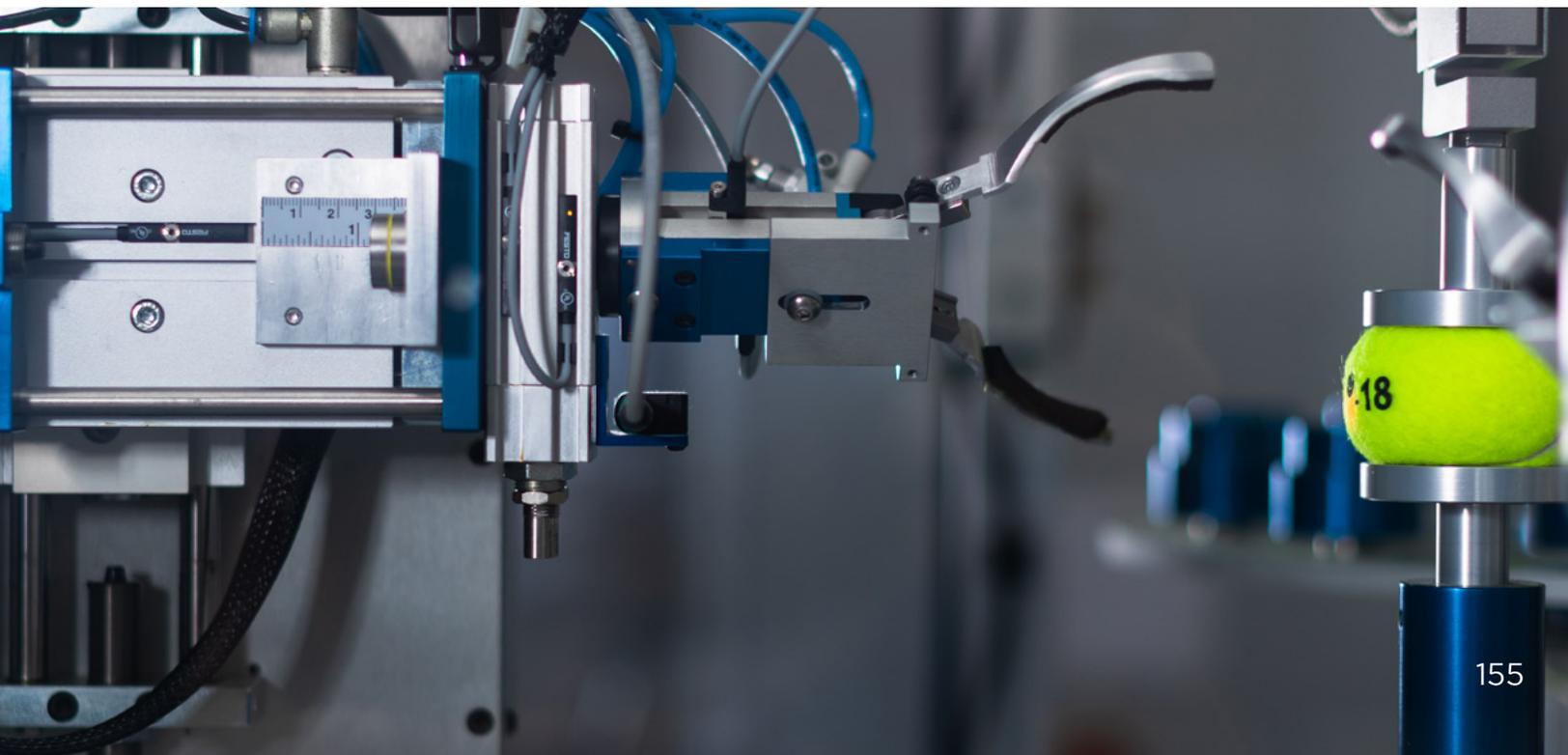


Prueba e implementación

Para abordar las iniciativas, se recomienda contar con un proceso de prueba y error que considere pruebas de concepto para los proyectos de mayor incertidumbre y productos mínimos viables (MVPs) en proyectos donde existe menor claridad de la efectividad de la solución. Esto con la intención de optimizar recursos y probar las soluciones en ambientes controlados antes de escalarlas a su máximo potencial.

Una vez ejecutados los MVP y las PoC, se tendrá mayor claridad sobre el impacto y complejidad de ejecutar la iniciativa. En los casos en los que se decida pasar a nivel de escalamiento, será necesario refinar los casos de negocio con los resultados extrapolados de las pruebas y elaborar un plan detallado para el despliegue completo.

Para escalar una solución, es importante comprender a detalle los procesos y grupos de personas que serán impactados, además de la arquitectura tecnológica necesaria y la infraestructura subyacente. Una vez que se analizan estos aspectos, el siguiente paso es identificar las ondas de implementación que, dependiendo del proceso, pueden estar circunscritas a partes de este o a diferentes unidades del negocio donde este se ejecuta.



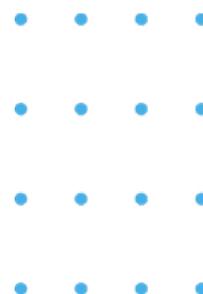


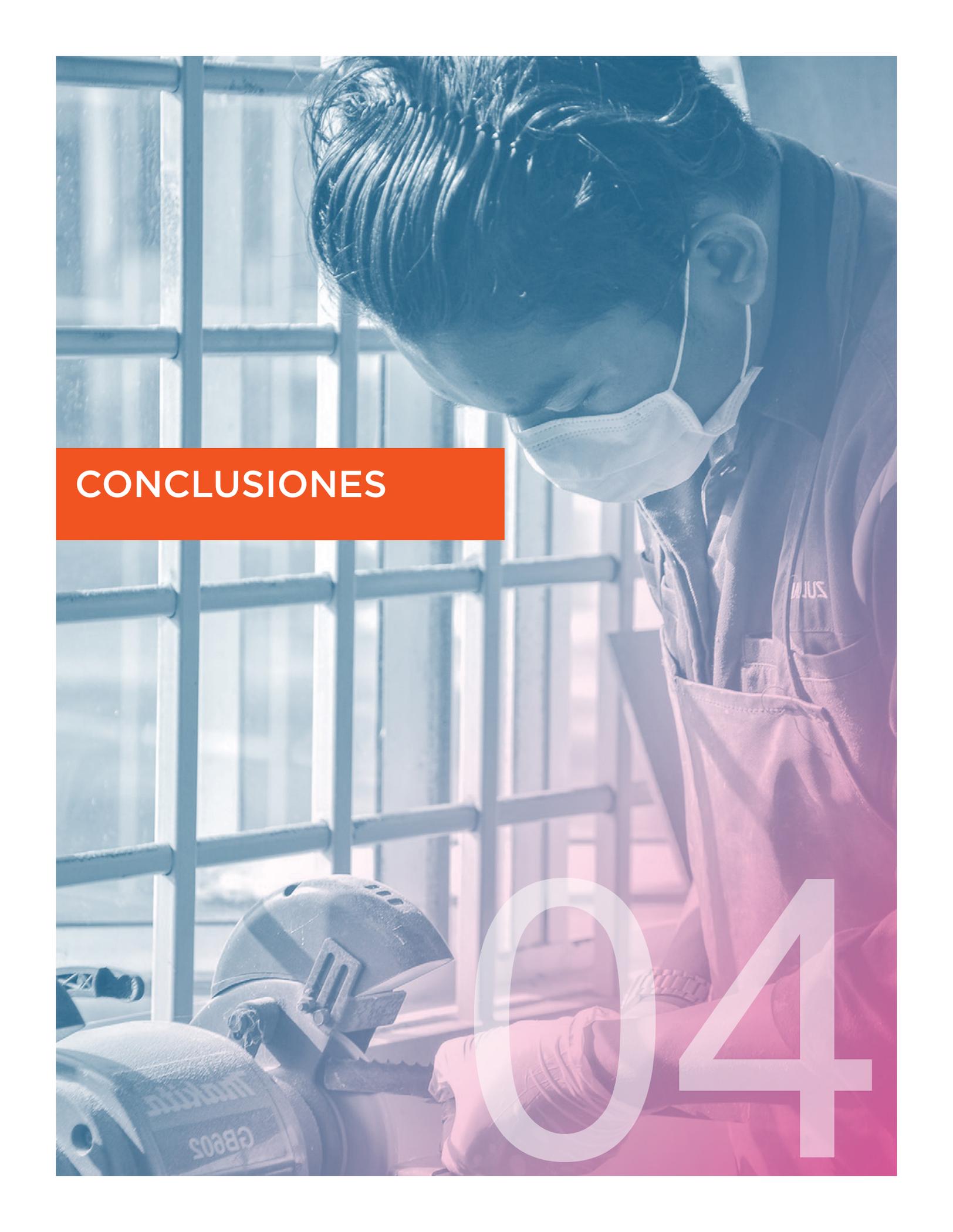
Evaluación y monitoreo continuo

Si bien los pasos anteriores pueden tener un carácter relativamente secuencial, es necesario comprender que la Transformación Digital es un proceso y experiencia de cambio continuo. Dado lo anterior, es fundamental que el equipo dedicado a su gestión tenga una visión de evaluación y monitoreo transversal.

Dependiendo de la estrategia y modelo de gobierno que se defina, se deberán establecer métodos para evaluar los resultados de las iniciativas, contrastando el impacto real con el esperado para reportar el valor al negocio. De la misma forma, el monitoreo continuo debe gestionar las iniciativas implementadas hasta que se conviertan en parte de la operación usual de la compañía.

Otro aspecto relevante es fomentar el desarrollo de nuevas ideas derivadas de las oportunidades que se están trabajando e incorporar una mentalidad innovadora para enfrentar los problemas actuales y futuros de la organización, donde se requiere que las personas tengan confianza para proponer y atreverse a innovar constantemente para mantenerse a la vanguardia.



A photograph of a worker in a red uniform and white face mask, focused on a task. The worker is wearing a red long-sleeved shirt with a pocket and a white surgical-style face mask. They are looking down at a piece of machinery. The background shows a metal railing and a window with a grid pattern. The image has a blue and pink color gradient overlay.

CONCLUSIONES

04

4.1 Conclusiones del estudio

Las organizaciones del sector manufactura en América Latina se han enfrentado recientemente a un periodo de volatilidad resultante de la alta inflación, la subida de tasas de interés y conflictos armados y geopolíticos que causaron disrupción a sus cadenas de suministro.

El resultado de este período se ha traducido en decisiones de grandes corporativos para reubicar una parte importante de la capacidad productiva actualmente instalada en países del continente asiático. Esto representa una ventana de oportunidad para atraer inversiones hacia la región con una visión de largo plazo. Para ello, el sector deberá asegurar que es competitivo en comparación con otras geografías lo que a su vez implicará incrementar su productividad y eficiencia. Este estudio confirma el potencial que la Transformación Digital tiene para contribuir con este objetivo.

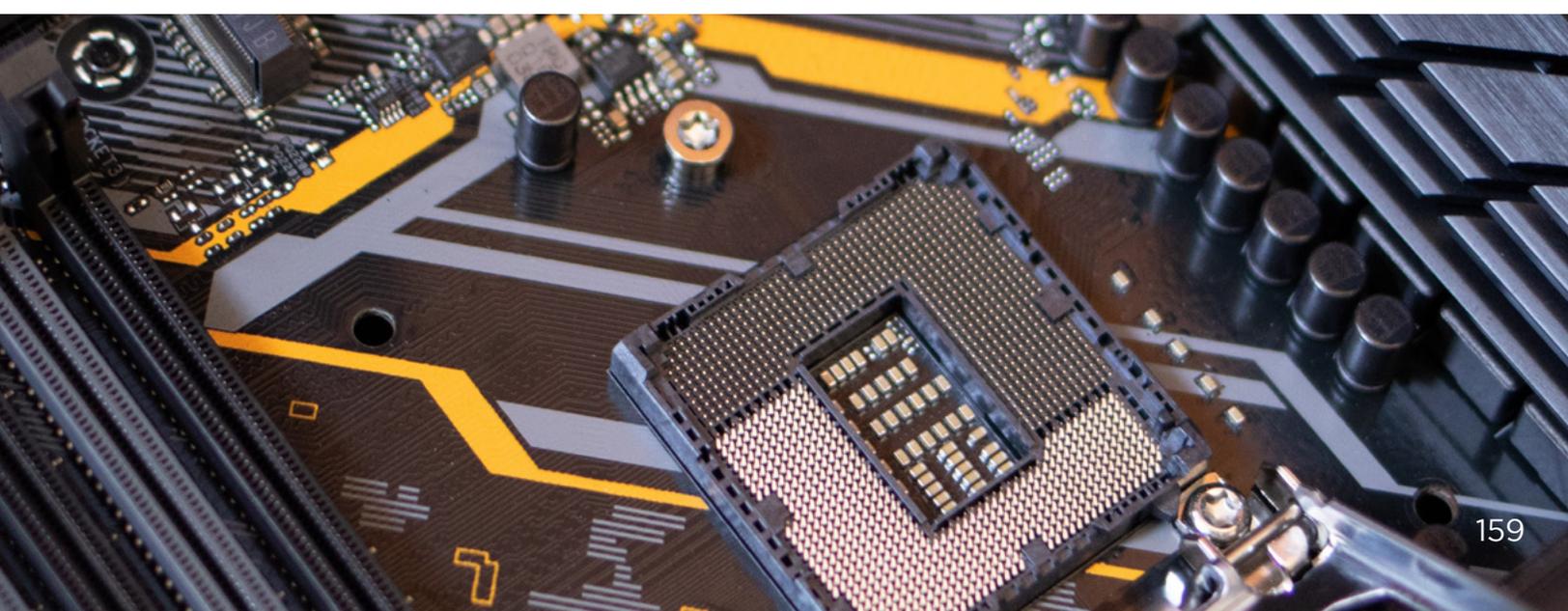
A través del estudio se concluye que el nivel de Transformación Digital del sector en la región es intermedio. No obstante, este nivel es influenciado por esfuerzos concentrados en digitalizar procesos productivos y máquinas que los controlan, pero sin una visión transversal que integre todos los eslabones de la cadena.



Una prueba de ello es que no existe una visión de Transformación Digital instalada en la agenda estratégica de las empresas. En la mayoría de las organizaciones, esta visión se encuentra en áreas muy concretas en forma de iniciativas digitales cuyos beneficios, al analizarse de forma fragmentada, son más difíciles de caracterizar y defender. Esta dificultad impacta negativamente en la captura y monitoreo del valor al no contarse con casos de negocio robustos que consideren todas las variables.

Otro punto para destacar de nuestro análisis es la falta de financiación para incursionar en iniciativas digitales de mayor envergadura. En ese sentido, la mayor parte de las organizaciones financian sus iniciativas con recursos generados por la propia operación del negocio. Este método de financiación impacta en el nivel de ambición de los planes al estar priorizados en función de recursos disponibles o de eficiencias o incrementos de productividad que la propia iniciativa estima capturar en el corto o medio plazo.

Por otro lado, el estudio confirma la oportunidad que existe para profundizar en la Transformación Digital del sector, particularmente en ámbitos asociados con la incorporación de más datos en la toma de decisiones, en la generación de automatismos en sistemas y en la integración de sistemas y aplicaciones con los procesos del negocio. Para ello, además de incorporar sensores para capturar y medir datos, es necesario integrar capacidades de analítica avanzada que permitan el procesamiento y explotación en tiempo real para generar valor. Estos elementos, combinados con el acceso a plataformas para incursionar en nuevos mercados, habilitarán que el sector pueda competir mejor en el contexto global y convertirse en un polo productivo de mayor relevancia.



Así mismo, se identifica una creciente falta de talento para habilitar un nivel de adopción mayor de la Transformación Digital en la región. En el caso de las empresas del sector, la mayoría declararon enfrentarse a una escasez de perfiles que cuenten con la combinación necesaria de capacidades digitales y de negocio para habilitar sus agendas. Lo mismo ocurre en el caso de proveedores de soluciones, lo cual se da en parte por una falta de customización de las herramientas para que puedan ser implementadas por los distintos subsectores de la manufactura.

También se identifican oportunidades relevantes en la disponibilidad de infraestructura, pues existe un bajo nivel de adopción de tecnologías que habiliten la conectividad. En el caso del 5G, esto se da mayoritariamente en zonas industriales alejadas, pero también en algunos grandes centros poblacionales. Este factor es, en sí mismo, un obstáculo importante para implementar tecnologías digitales alineadas con las tendencias de la manufactura 4.0 y la adopción del IIOT.

En el ámbito del gobierno ambiental, social y corporativo, también hay hallazgos importantes. En primer lugar, se confirma el doble efecto de la Transformación Digital en dónde actividades ejecutadas por humanos dejan de existir a la vez que se generan nuevos puestos de trabajo que requieren de nuevas competencias más allá de la fuerza o el trabajo manual. Con ello, se habilita una mayor inclusión social de colectivos como las mujeres o personas con discapacidad física.

Por último, se identifica un alto nivel de conciencia del impacto ambiental del sector. A este respecto, se identifican iniciativas asociadas con la adopción de principios de las economías circulares y con eficiencia energética. No obstante, a pesar de existir un elemento regulatorio futuro, el nivel de urgencia de las organizaciones para implementar este tipo de iniciativas es mayor cuando existe un valor económico concreto a capturar en forma de productividad o eficiencia.



Contar con una agenda de Transformación Digital es uno de los criterios mínimos necesarios para garantizar que las organizaciones del sector puedan transformarse e implica identificar procesos de los que se puede extraer mayor valor a través de la aplicación de tecnología. La mayor parte de las soluciones digitales presentadas en este estudio tienen el potencial de mejorar la productividad y la eficiencia del sector, así como contribuir con la consecución de objetivos ambientales.

Estos últimos cobran cada vez, mayor relevancia al tratarse de un sector que aporta una fracción importante de las emisiones de gases de efecto invernadero y que consume vastos recursos naturales y energía para la producción de bienes. Por ello, las organizaciones de manufactura deben redoblar sus esfuerzos para asegurar contar con agendas digitales que sean conocidas por todos los niveles de la organización y que además estén patrocinadas por la más alta dirección. Esto deberá reflejarse también en la asignación de un presupuesto acorde para implementar las iniciativas y programas que se hayan definido como críticos.





Una de las formas para acelerar esta transformación es la creación de mecanismos sectoriales en los que se haga frente a desafíos comunes y en los que se discutan las principales problemáticas en conjunto con especialistas del sector privado, del mundo de las *start ups*, de entidades reguladoras y de financiamiento.

De esa forma, se incentivará la divulgación de mejores prácticas y habilitadores necesarios para la implementación de soluciones. Estas instancias también pueden servir para promover iniciativas de formación para abordar la escasez de talento en ámbitos específicos.

En este contexto, BID Invest, se presenta como un actor clave para promover el desarrollo del sector manufactura a través de soluciones de financiamiento y asesoramiento integral.

Este estudio ofrece una hoja de ruta que las organizaciones pueden utilizar para contrastarlo con sus respectivos planes de Transformación Digital. La hoja de ruta es una herramienta poderosa para establecer un punto de partida para aquellas organizaciones que aún no cuenten con una agenda. Con este estudio, esperamos además incentivar la comunicación sectorial y estrechar las relaciones entre organizaciones del sector y BID Invest.

El objetivo último es contribuir a que la industria de la manufactura en América Latina evolucione y alcance un nivel de competitividad acorde a la relevancia de la región.



4.2 Recomendaciones para la Transformación Digital

La Transformación Digital se vive de manera particular en cada organización dependiendo de sus necesidades específicas. Sin embargo, se identifican algunos aspectos relevantes para el éxito de este proceso que son transversales para los subsectores de la región analizados.

En esa línea, se destacan las siguientes recomendaciones originadas a partir del estudio:

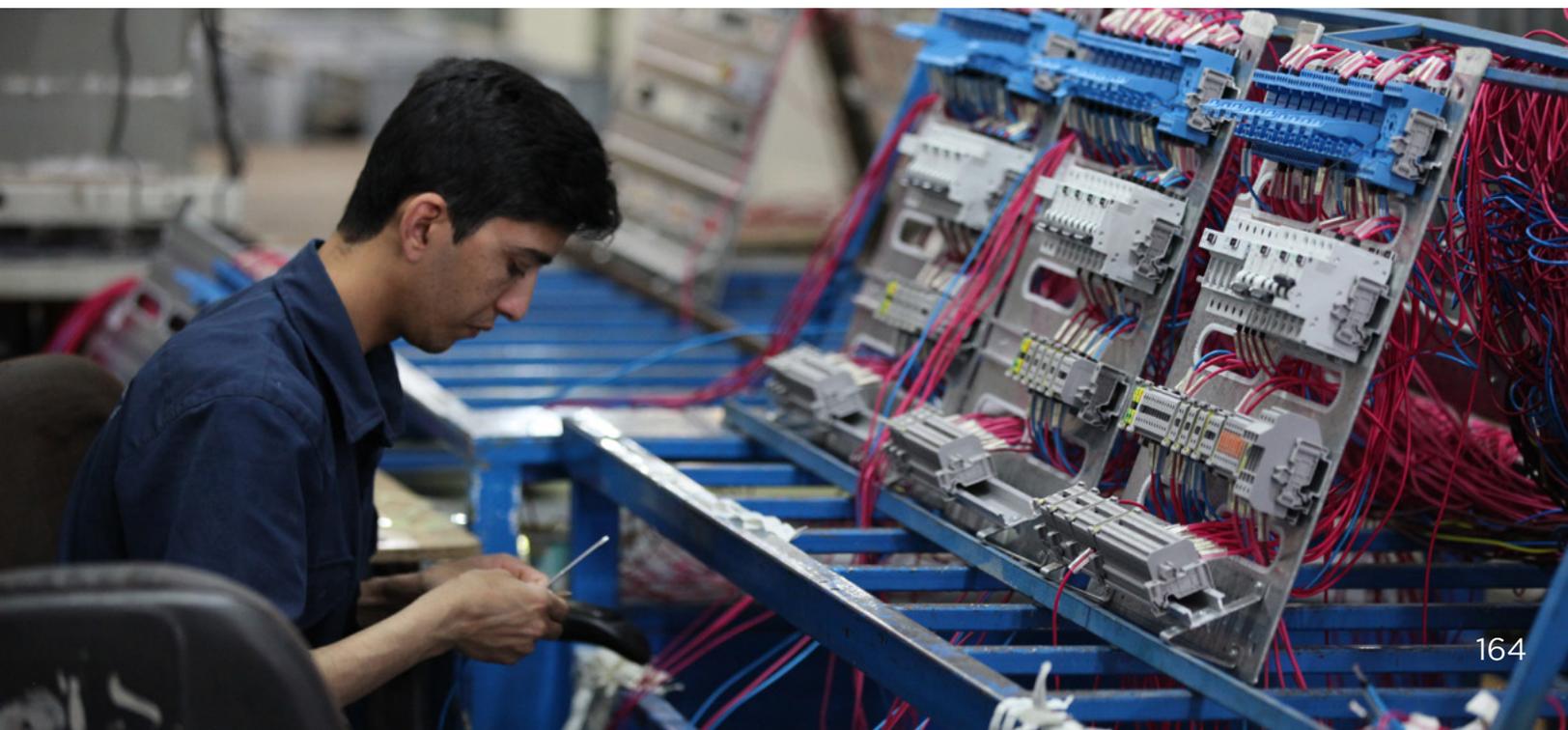
- Establecer una visión y plan transversal de Transformación Digital para todas las áreas de la organización.
- Contar con líderes inspiradores que impulsen una cultura de Transformación Digital.
- Potenciar el talento y entregar capacidades digitales a los perfiles que conocen el negocio.
- Flexibilizar los modelos tradicionales de evaluación de proyectos incorporando análisis multivariados para valorizar las iniciativas digitales.
- Generar instancias para probar nuevas ideas a partir de implementaciones de ensayo y error.
- Colaborar con el ecosistema del mercado y entender lo que hacen *start ups* y actores disruptivos de la industria.
- Incorporar *benchmarks* y casos de uso de la industria en la toma de decisiones de Transformación Digital.

Establecer una visión y plan transversal de Transformación Digital para todas las áreas de la organización

Para gestionar la Transformación Digital, se requiere tener una visión clara y definida, estableciendo un plan que considere a todas las áreas de la organización. Esta visión debe responder de manera concreta a la pregunta “¿Qué queremos lograr a corto, mediano y largo plazo con respecto a la Transformación Digital?” una vez respondida esta pregunta, se recomienda abordar las etapas propuestas en la hoja de ruta descrita anteriormente y contar con un plan de iniciativas de Transformación Digital.

Las herramientas que se utilizan para establecer este tipo de visiones son los modelos de planificación estratégica como FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), PESTEL (Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales) o el propio análisis de industria.

Una vez definidos la visión y el plan transversal, se lleva a cabo la ejecución de la estrategia de la mano de la siguiente recomendación.



Contar con un liderazgo inspirador que impulse la cultura de Transformación Digital

Para poder llevar a cabo la visión y el plan transversal de Transformación Digital de manera íntegra, se tiene que contar con un liderazgo comprometido con la cultura digital que inspire y transmita a todos los colaboradores de la compañía la importancia de la adopción de esta nueva mentalidad para recorrer el camino de la transformación. Sin un liderazgo que impulse la cultura digital, la organización experimentará mayor resistencia para el cambio de paradigmas y dificultades que genera el no tener un rol designado para la gestión de esta transición.

Se recomienda establecer un rol específico para impulsar e implementar la estrategia de Transformación Digital como un director digital (*Chief Digital Officer - CDO*), que combine el aspecto comercial con la experiencia digital para guiar estratégicamente al negocio. Un director digital se debe desempeñar en las siguientes responsabilidades:

- Actuar como líder que lleve a la empresa hacia el futuro digital.
- Detectar oportunidades de tecnologías digitales y su aplicación en el negocio.
- Educar a la alta dirección en el aspecto digital, permeando el pensamiento hacia los demás colaboradores potenciando el talento.
- Impulsar el cambio en la organización apoyándose de soluciones digitales, probando y evaluando nuevas tecnologías.





Potenciar el talento y entregar capacidades digitales a los perfiles que conocen el negocio

Considerando el compromiso adecuado de la alta dirección, los líderes deben establecer un proceso de capacitación continua para el desarrollo de capacidades digitales a lo largo de toda la organización de modo que los colaboradores reciban el apoyo requerido y potencien el talento en Transformación Digital, alineándolos con la visión y mitigando obstáculos que se presenten en el camino de la implementación.

El sector debe abordar el desarrollo de talento complementando el conocimiento especializado del negocio con competencias digitales para enfrentar los desafíos de la Transformación Digital.



Flexibilizar los modelos tradicionales de evaluación de proyectos incorporando análisis multivariados para valorizar iniciativas digitales

Dado que el sector está orientado al uso de modelos de evaluación de proyectos tradicionales, muchas iniciativas se descartan o postergan por competir con inversiones de escalabilidad productiva. Es por esto que se deben integrar nuevos enfoques para valorizar las iniciativas digitales que incorporen variables de beneficios cualitativos el costo de oportunidad, o la habilitación de nuevas soluciones con impacto financiero.

Existen distintas metodologías para evaluar proyectos. Las más tradicionales son el método de análisis beneficio-costos (ABC) y el método de análisis de inversión (AIF) que se centran en estimar retornos esperados de un proyecto de innovación en función de un análisis de beneficios y costos. Existen otros métodos como el Análisis de Valor de la Innovación (VAI) en el cual se incorporan variables más complejas de cuantificar el valor añadido como son el impacto en el mercado, la eficiencia operativa, la calidad y la satisfacción del cliente.

Adicionalmente, se deben crear espacios que fomenten la generación de nuevas ideas y soluciones para abordar los problemas del negocio. A través de estos espacios los colaboradores no sólo estarán más involucrados en todo el proceso de la transformación, sino que también tendrán más interés en participar y experimentar con proyectos e ideas que aporten valor a la organización.



Algunas maneras de generar espacios de innovación son los siguientes:

- Incentivar foros donde los colaboradores puedan aportar ideas y nuevos proyectos digitales.
- Fomentar juegos didácticos para invitar a los colaboradores a generar innovación, usando técnicas de gamificación
- Mesas redondas o grupos focales por áreas para identificar problemas en los procesos y proponer soluciones disruptivas a estos problemas.

Generar instancias para probar nuevas ideas a partir de implementaciones de ensayo y error

La Transformación Digital es un proceso en constante evolución donde la tecnología aplicada a los sectores de manufactura y comercio minorista avanza de manera acelerada. Por ello, experimentar poniendo a prueba nuevas ideas en escenarios controlados como pruebas de concepto o productos mínimos viables debe ser parte central de las organizaciones.

Estar en constante iteración ayuda a visibilizar cambios que aportan valor a las organizaciones, minimizando riesgos y costos haciendo pruebas y validaciones de hipótesis eficientes. Esto permite seleccionar y refinar las iniciativas con mayor potencial de generar un impacto real en el negocio.

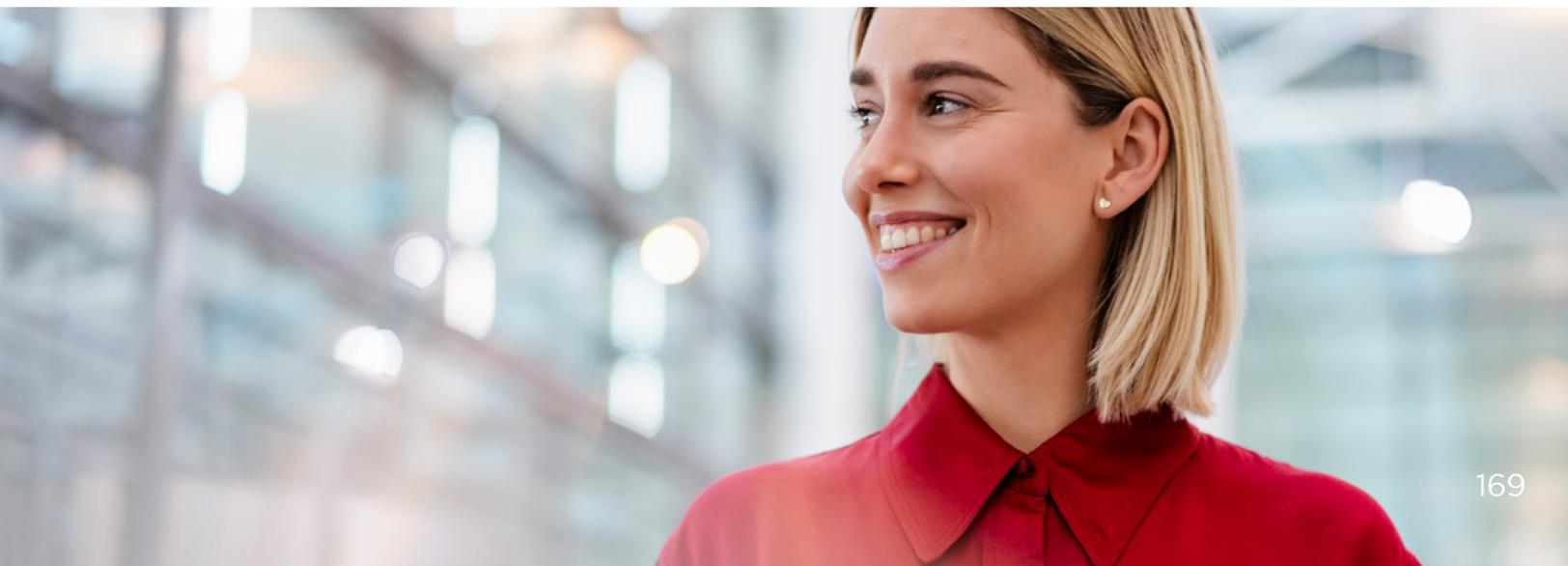


Colaborar con el ecosistema del mercado y entender lo que hacen start ups y actores disruptivos de la industria

Estar al tanto de las tendencias y disrupciones que implementa la competencia es crucial para mantenerse competitivo en el mercado. De esta manera, se habilita la implementación de soluciones novedosas, y se crean oportunidades de alianza con otras organizaciones del sector y/o de otros sectores para generar un ecosistema colaborativo entre organizaciones.

Los grandes corporativos, por lo general, tienen una velocidad de implementación digital más lenta que las *start ups*, debido a que sus procesos burocráticos son más largos y el riesgo de cambio e implementación también suele ser mayor. Formar alianzas de proveeduría en las que ambas partes pueden beneficiarse, permitirán que la agilidad de la empresa emergente y las capacidades consolidadas de las grandes organizaciones se combinen para lograr resultados óptimos para un sistema.

En ese sentido, algo que ha sido de valor para las organizaciones es la participación activa en asociaciones industriales, de emprendimiento e incubadoras de negocio en las que continuamente se presentan soluciones, se discuten casos de uso, barreras y se introducen ejemplos de jugadores que han logrado transformaciones específicas. Con ello, las empresas del sector de manufactura aseguran estar informadas de lo que está ocurriendo e incentivan la aparición de nuevas ideas para transformarse.

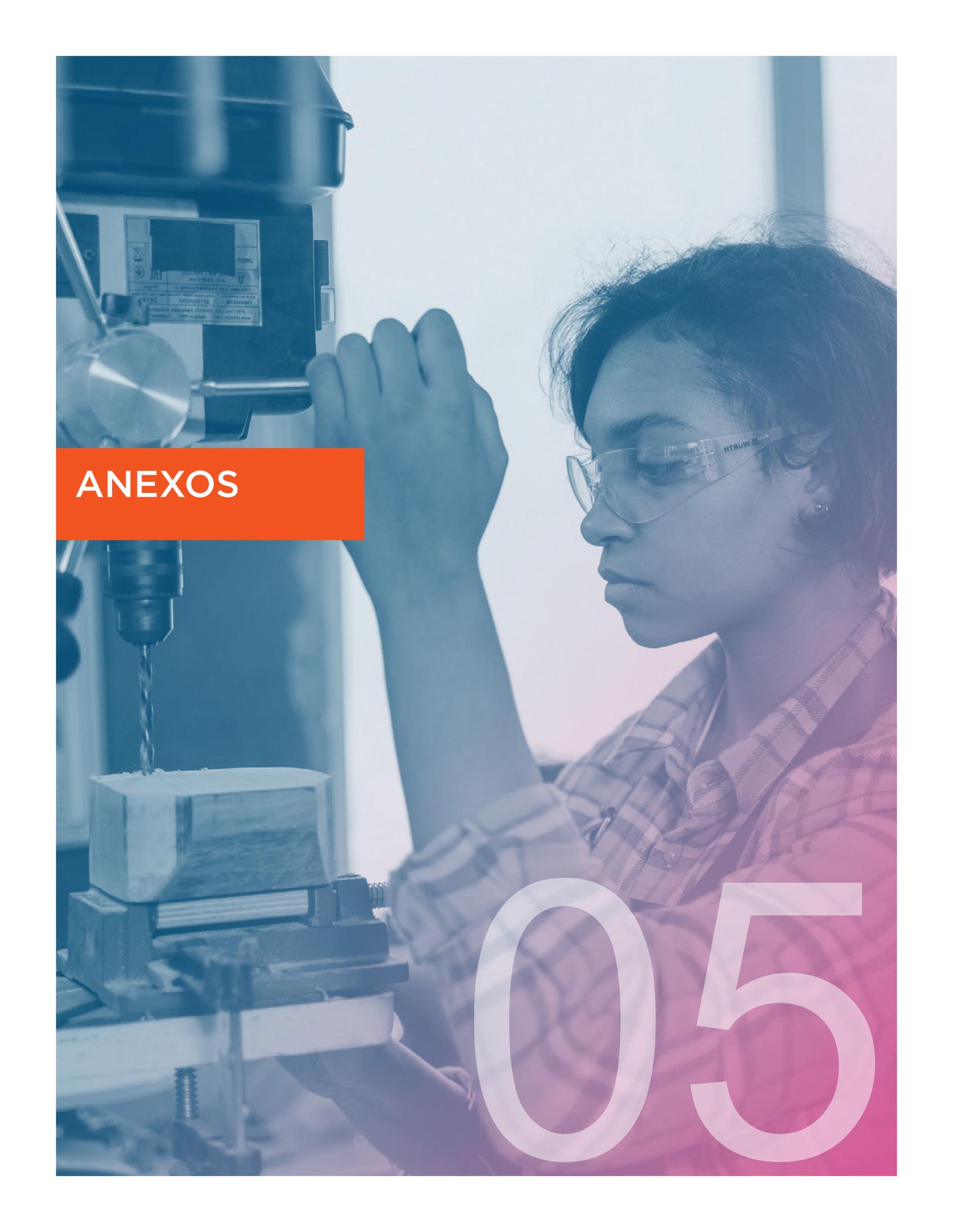


Incorporar benchmarks y casos de uso de la industria en la toma de decisiones de Transformación Digital

Una manera muy eficaz para mantenerse a la vanguardia de las soluciones y herramientas que se están utilizando en el mercado es la incorporación de *benchmarks* y casos de uso. Esto les permite comparar capacidades y soluciones actuales de la organización con las disponibles en el mercado, tanto de la misma industria o de renovaciones tecnológicas como de otras industrias adyacentes. El objetivo es mejorar la toma de decisiones con respecto a qué solución es mejor para los diferentes procesos o casos de uso en la organización. Además, esto da la ventaja competitiva a las compañías de estar constantemente actualizadas en el estado del arte de la Transformación Digital.

Las herramientas utilizadas para realizar *benchmarks* son diversas. Cuando se requiere contrastar desempeño, se utilizan métodos más detallados como el *benchmarking* de procesos/productos y de ratios financieros. También hay herramientas que pueden apoyar en la identificación de casos de uso de transformación y el mapeo de la tecnología aplicable. Algunas, como el *Business Process Model and Notation* (BPMN) y *Lean Process* están orientadas a la eficiencia. Otras, como el diseño del servicio (*Service Design*), el pensamiento de diseño (*Design Thinking*) y el diseño centrado en el humano (HCD) se orientan a la reducción de fricciones de usuarios y funcionarios e incorporan la iteración incremental como fundamento para resolver problemáticas más complejas.



A person wearing safety glasses is operating a drill press in a workshop. The person is focused on the task, with their hands positioned to control the machine. The background is a bright, slightly blurred workshop environment. The image has a blue and pink color gradient overlay.

ANEXOS

05



5.1 Limitaciones en la recolección y análisis de datos

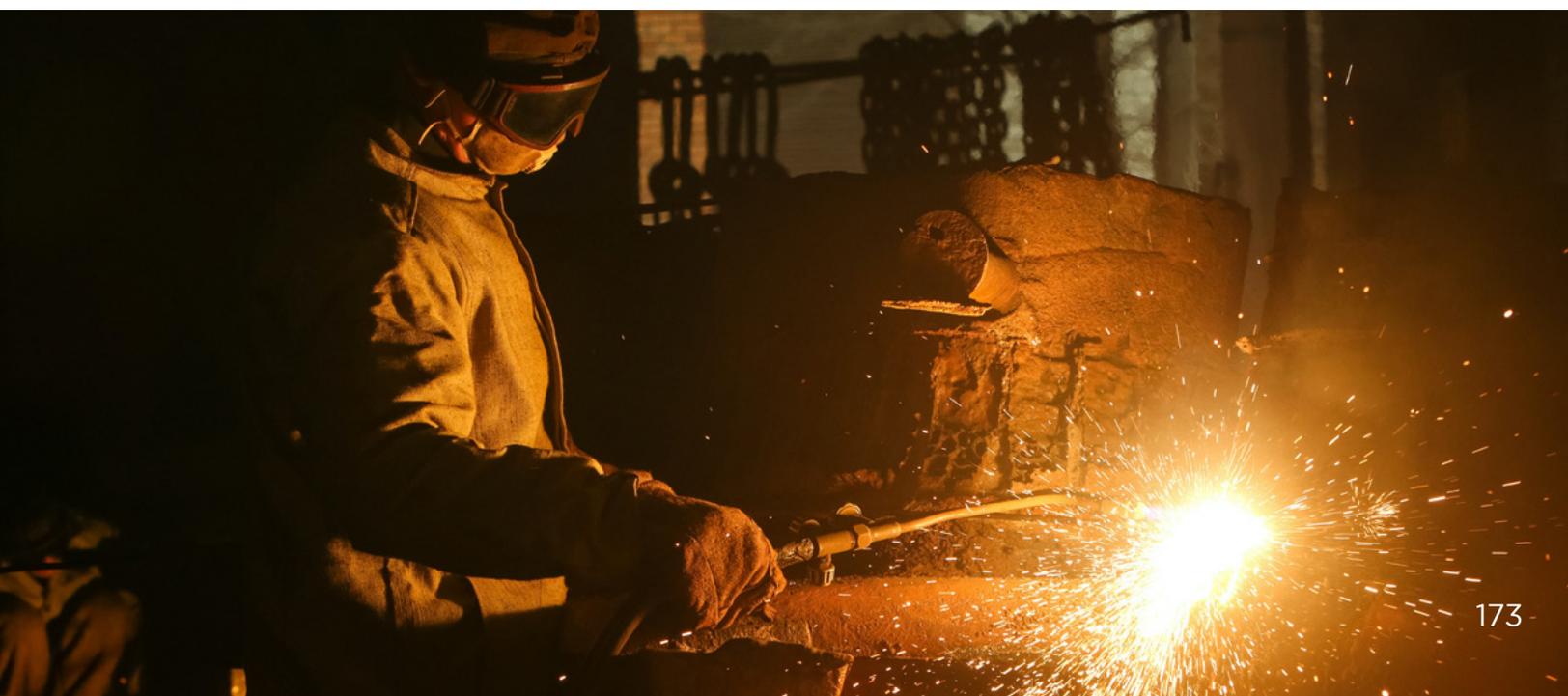
Para una correcta interpretación de los resultados del estudio es importante considerar las limitaciones que pueden existir en torno a la recopilación de los datos y la información en un análisis de esta índole.

El análisis presentado es resultado de la investigación realizada a partir de la información obtenida en los DMA y las entrevistas llevadas a cabo con una muestra de compañías del sector manufacturero y del sector de comercio minorista en la región. Por esta razón, existe un riesgo de sesgo en los resultados en función de las características y el nivel de madurez de las diferentes compañías, así como en las diferentes visiones de los perfiles entrevistados.

Se detallan a continuación las potenciales limitaciones en los resultados del estudio:

- **Compañías participantes:** Se contó con la participación de compañías de la región América Latina y el Caribe que forman parte de diferentes subsectores manufactureros (incluidos dentro del alcance) y del sector de comercio minorista. El único requisito para que las compañías pudiesen participar, fue que tuviesen un volumen de facturación superior a \$50 millones de dólares. Adicionalmente, se ha contado también con la visión de una muestra de proveedores y start ups de estos sectores para obtener una visión completa de la situación actual de la Transformación Digital en toda la cadena de valor. Todas estas compañías, que han participado de forma voluntaria y gratuita, han sido seleccionadas por su relevancia en sus respectivos mercados y su accesibilidad con el equipo del estudio.

- **Representatividad de los países y subsectores:** Con el objetivo de ofrecer una visión lo más representativa posible de la situación actual de las compañías de estos sectores en la región, se ha buscado tener la máxima homogeneidad posible en el número de compañías participantes entre los países y subsectores dentro del alcance. Sin embargo, el rango de aceptación por parte de las compañías para participar en el estudio ha variado en función del país o subsector, generando algunas variaciones en la representatividad de la muestra final. Por esta razón, las conclusiones particulares de algún país o un subsector tienen un riesgo de sesgo por el nivel de madurez y la visión de las compañías participantes dentro del perímetro.
- **Autoevaluación de las compañías:** Los resultados del estudio se han obtenido a través de la autoevaluación que han realizado algunos perfiles de la Alta Dirección sobre el estado actual de sus diferentes compañías. En ningún caso, se ha realizado un diagnóstico en profundidad de las organizaciones por parte del equipo del estudio. Para las autoevaluaciones se ha buscado la participación de al menos dos perfiles con un rol diferente dentro de la compañía (estratégico, operativo, tecnológico o financiero), sin embargo, la información proporcionada por los entrevistados podría no contemplar una visión holística de la organización o estar sesgada por su propia visión.



5.2 Descripción adicional de las variables analizadas en la evaluación del DMA

Con la finalidad de obtener una evaluación del nivel de madurez digital de las organizaciones incluidas en el estudio, se diseñó un framework de Evaluación de Madurez Digital que pone foco en los nueve dominios fundamentales que las entidades deben evolucionar en su proceso de transformación.

Uno de los principales retos a los que se enfrentan las entidades en sus procesos de transformación es la evolución conjunta de cada uno de estos dominios. Por esta razón, tanto en los cuestionarios como en las entrevistas se realizó un análisis exhaustivo de cada uno de ellos.

Los dominios evaluados se enumeran a continuación:

1. Estrategia y modelo de negocio
2. Sostenibilidad y energías renovables
3. Procesos y operaciones
4. Gobernanza
5. Sistemas y tecnología
6. Nuevos negocios y productos digitales
7. Organización
8. Big Data & Analytics
9. Innovación

Estos 9 dominios a su vez se dividen en subdominios, con la finalidad de obtener una valoración con mayor detalle. Esta subdivisión habilita tres análisis importantes relativos a (1) la identificación de los puntos críticos de mejora a nivel digital, (2) un diagnóstico enfocado al nivel de progreso de la digitalización de los procesos de la cadena de valor y (3) el nivel de adopción de nuevas tecnologías. Esta evaluación proporciona una imagen objetiva de la madurez digital de las compañías, al dar una visión interrelacionada de los dominios que permite a los líderes de las compañías tomar mejores decisiones al impulsar la Transformación Digital.

1. Estrategia y Modelo de Negocios

El propósito de esta primera categoría es identificar si existe una estrategia sustentada en tendencias transformacionales que incorpore los desafíos digitales a nivel de definiciones organizacionales, objetivos estratégicos e inversión económica/presupuesto. Para entrar a detalle en el dominio se tomaron en cuenta los siguientes subdominios:

- **Estrategia y Transformación Digital:** Nivel en que la estrategia se encuentra sustentada en tecnologías digitales y transformacionales e incorpora los desafíos digitales a nivel de definiciones organizacionales.
- **Business Model Industry:** Nivel en que la propuesta de valor esta alineada a la Transformación Digital e integra tecnología como un atributo de la estrategia.





En este sentido, una organización con madurez en esta categoría prioriza los objetivos y metas digitales, dota una porción presupuestaria importante para la Transformación Digital, la Alta Dirección promueve el uso de activos digitales en la cultura organizacional y los activos digitales generan servicios únicos que el cliente valora. Así mismo, implementan enfoques ágiles y metodológicos con el objetivo de distribuir la estrategia digital a lo largo de toda la compañía, además de buscar una experiencia diferencial para el cliente que incorpore soluciones digitales en productos y servicios adquiridos.

2. Sostenibilidad y Energías Renovables

Este segundo dominio tiene como objetivo identificar la clasificación y evaluación de la integración de la sostenibilidad en las operaciones internas e imagen de las organizaciones. Las empresas buscan alinear la sostenibilidad y el uso de energías renovables con la estrategia de Transformación Digital, apoyándose de herramientas y modelos que faciliten esta incorporación. Los subdominios utilizados para evaluar este rubro son los siguientes:

- **Prácticas sostenibles:** Nivel de conocimiento del concepto de sostenibilidad y grado de orientación de la organización hacia objetivos sostenibles basados en economía circular y medición de emisiones a través de herramientas digitales.
- **Energías renovables:** Nivel de utilización de energías limpias y aplicación de herramientas digitales para optimización del consumo energético.

Se ha identificado que una organización que incorpora exitosamente la sostenibilidad busca reducir sus recursos utilizados a través de un modelo de economía circular, al contar con software y un equipo de trabajo dedicado a reducir y medir eficientemente métricas de impacto ambiental. También, el uso de energías renovables en su operación es necesario para avanzar en metas más ambiciosas como planes de acción para convertirse en una empresa neutral en carbono.

Las organizaciones más avanzadas en este dominio cuentan con un ecosistema digital capaz de medir con exactitud el impacto generado internamente y en su cadena de valor, pudiendo ejecutar así estrategias de compensación positiva del impacto generado. Así mismo, como se mencionó anteriormente, la madurez sostenible va de la mano con la estrategia y modelo de negocio de la organización, sin embargo, para lograr una operación neutral en carbono, las organizaciones están fomentando la colaboración entre compañías que compartan la misma visión de incrementar sus prácticas verdes y busquen eliminar su uso de energías no renovables.





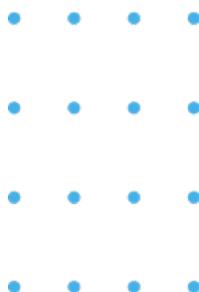
3. Procesos y Operación

Este dominio es de gran relevancia para la madurez digital del sector, donde se pretende identificar los procesos, actividades clave y planes de optimización apalancados en herramientas, tecnologías y/o activos digitales. Es la categoría con mayor cantidad de subdominios. Esta segmentación sirvió para profundizar y ampliar el detalle en los análisis específicos de los procesos y operaciones digitales. Los subdominios son los siguientes:

- **Planeación:** Nivel de apalancamiento digital y automatización de los procesos de planeación de la organización.
- **Abastecimiento:** Nivel de optimización de procesos de abastecimiento a partir de la aplicación de tecnologías automatización, trazabilidad y seguimiento.
- **Producción:** Nivel de automatización e incorporación de tecnologías para los procesos de producción en sí y la digitalización de actividades de gestión de calidad.
- **Comercialización y distribución:** Nivel de optimización e incorporación de capacidades digitales para la gestión de órdenes de venta y seguimiento de logística de distribución.
- **Procesos de soporte:** Nivel de eficiencia y automatización de procesos de soporte asociados a la gestión del desempeño y *backoffice* transaccionales que ejecutan tareas de contabilidad, facturación, pagos y reportes financieros.

Esta subclasificación permite identificar lineamientos comunes que muchas de las organizaciones de la industria persiguen como pueden ser (1) la integración de los procesos productivos en las plataformas de control digital, (2) la gestión de calidad mediante herramientas de Six Sigma y (3) la utilización de sistemas de ERP que persiguen integrar tareas de *backoffice* de los principales eslabones de la cadena de valor (administración, abastecimiento, producción, almacenaje, logística, etc.).

A modo ilustrativo, y como se puede identificar a lo largo del estudio, otros de los aspectos relevantes que permitió identificar esta clasificación por subdominios son (1) la utilización de robots autónomos en las líneas productivas, (2) la implantación de sensores IoT para el control de calidad, (3) la expansión de plataformas de abastecimiento en la nube con datos en tiempo real o (4) la amplificación de sistemas para generar la capacidad de conectarse con plataformas de proveedores agilizando el abastecimiento de la empresa.



4. Gobernanza

Con la incorporación de este dominio se busca identificar los procesos de gestión y soporte dentro de un gobierno definido, conocido y claro con el detalle de roles, responsabilidades, actividades y relaciones. Adicionalmente, evaluar si el proceso de toma de decisiones sobre la compañía se soporta en atributos digitales como reportes y datos. La segmentación de esta categoría es la siguiente:

- **Gobierno:** Nivel de los procesos de gestión de la transformación, respuesta a los cambios, proceso de generación de valor a través de claridad en las decisiones con soporte en datos y la existencia de una estructura para el despliegue y transformación de procesos digitales.
- **Desarrollo, industrialización y despliegue:** Nivel en que la compañía genera casos de uso y resguardada el conocimiento para que sea utilizado por todos.

En esta categoría se determinó que la madurez digital, se da gracias a que la estrategia de gobierno y los objetivos de Transformación Digital se definen conjuntamente con el perfil de Digital Officer. De igual manera, las compañías avanzadas en este dominio cuentan con herramientas digitales integradas y predictivas, que visibilizan tableros con métricas clave en tiempo real y se rigen bajo un gobierno que promueve la adopción digital, al promover y facilitar el uso de plataformas digitales.



5. Sistemas y tecnología

La capacidad tecnológica y de los sistemas busca evaluar el nivel de implementación y penetración de los activos tecnológicos, arquitectura digital y protocolos de ciberseguridad. La tecnología digital aplicada al sector de la manufactura tiene una amplia gama de aplicaciones y usos a lo largo de la cadena de valor. Las opciones en el mercado van desde soluciones básicas como sistemas MES y ERP, hasta soluciones más complejas como los gemelos digitales o la gestión de inventarios con RFID. Para conocer con mayor detalle el tipo y nivel de soluciones que utilizan las organizaciones del sector, se dividió en los siguientes subsectores:

- **Arquitectura de sistemas transaccionales:** Grado en que la organización cuenta con sistemas integrados en su operación que soportan la digitalización de procesos.
- **Plataformas digitales:** Nivel de las plataformas digitales en la organización y capacidad para habilitar procesos en línea y accesibilidad de distintos dispositivos.
- **Seguridad y ciberseguridad:** Nivel de gestión de las amenazas y controles de ciberseguridad de una organización.
- **Uso de Tecnologías:** aplicación de tecnologías disruptivas en la organización y enfoque específico de las implementaciones realizadas por la compañía.

Se logró identificar que las organizaciones que han logrado tener una mayor madurez en este rubro cuentan con todas o la mayor parte de sus plataformas en la nube, con diferentes niveles de autorización y amigables con múltiples dispositivos, además, todos sus sistemas están integrados entre sí, lo que facilita su automatización y digitalización. En cuanto a ciberseguridad, las compañías pioneras cuentan con una red que se extiende a todos los dispositivos y tienen o buscan integrar todos sus sistemas de operación y de la cadena de valor.

6. Nuevos Negocios y Productos Digitales

A través de este dominio se evalúa el nivel de incorporación de componentes digitales en los productos y/o servicios de la organización, de qué manera éstas buscan ofrecer experiencias de compra y servicios atractivos para los clientes, qué nivel de digitalización integran en sus canales, y la madurez de nuevas modalidades de pago digital. Se tomaron en cuenta los siguientes rubros:

- **Nuevos productos y servicios:** Nivel de incorporación de componentes digitales en los productos y/o servicios de la compañía y el grado de personalización de éstos.
- **Canales:** Nivel de utilización del canal digital en la comercialización de productos/servicios y la utilización de los canales potenciales para la comercialización de productos/servicios (Redes, sociales, Apps, B2B digital, etc.).
- **Métodos de pago:** Nivel de utilización de medios de pago disponibles en los canales digitales de la compañía y el grado de personalización de éstos.

Al tener estos subdominios en cuenta, se determinó que una empresa se considera madura en este rubro cuando cuenta con una lógica omnicanal integrada a su cadena de valor, nuevos modelos de comercialización digital, implementa componentes digitales en la mayor parte de sus productos y servicios, e incorpora múltiples medios de pagos como apps de pago y *digital wallets*.



7. Organización

En este dominio se evalúa la adopción tecnológica y la cultura digital de la organización. Se toman en cuenta la capacidad de fomentar la digitalización desde la capa directiva, la incorporación de acciones formativas en competencias digitales, el uso de sistemas en la gestión de recursos humanos y el nivel de atracción y retención de perfiles especializados con el objetivo de evaluar si las compañías pueden soportar una operación ágil y digital. Todo lo antes mencionado se evalúa a través de los siguientes subdominios:

- **Personal & Cultura:** Nivel de interiorización y cultura digital compartida por los miembros de la organización, impulso de la digitalización desde la dirección y realización de acciones formativas en competencias digitales.
- **Mentalidad:** Utilización de metodologías ágiles y basadas en sistemas para el manejo de proyectos.
- **Estructura, talento y capacidad:** Utilización de perfiles asociados a la Transformación Digital y nivel de madurez de estos.



Una compañía con madurez digital elevada en este dominio tiene una dirección que es consciente de la importancia de la Transformación Digital, por lo tanto, prioriza y opera bajo sistemas ágiles de trabajo, impulsa activamente acciones formativas vinculadas a competencias digitales y sus roles lideran la reinención de la organización con foco en crear valor al mercado y sociedad.

8. Big Data & Analytics

Este dominio evalúa las capacidades de captura de información, eficiencia de almacenamiento de datos y capacidad de procesamiento de estos para generar perspectivas de valor en la toma de decisiones a partir de la aplicación de modelos analíticos. Siguiendo la misma línea de los dominios previos, este se evalúa con los siguientes:

- **Big Data:** Nivel de captura de información, eficiencia de almacenamiento y gestión de datos maestros para estandarizar fuentes de información de cara a su extracción y procesamiento analítico.
- **Analytics:** Capacidad de procesamiento de datos, aplicación de modelos analíticos para identificar patrones de comportamiento y generar predicciones para la toma de decisiones de negocio.



Se determinó que las compañías con mayor madurez digital en este dominio aplican modelos de analítica predictiva en conjunto con machine learning para reportar a partir de pronósticos. Además, cuentan con *data-warehouses* o *data-lakes* que centralizan su información enriquecida a través de IA. También, utilizan sensores con IoT en la cadena de valor e incorporan un equipo dedicado a la incorporación de datos maestros.

9. Innovación

Para finalizar se encuentra este dominio que evalúa la capacidad de las organizaciones para llevar a cabo y administrar la innovación en línea con los objetivos estratégicos y digitales de éstas. Se mide específicamente tomando en cuenta los siguientes subdominios:

- **Gestión de la innovación:** Nivel de formalidad y transversalidad de los procesos de innovación soportados por metodologías, instancias y prácticas para fomentar y gestionar la innovación.
- **Herramientas digitales en la innovación:** Capacidades digitales aplicadas para soportar los procesos e instancias de innovación que se utilizan en la organización.

Las organizaciones más actualizadas en este dominio se resaltan debido a que cuentan con un programa de innovación con roles dedicados a su gestión, administran sus etapas de innovación en una plataforma *cloud*, evalúan resultados para el negocio y destinan un presupuesto anual al programa con procesos, metodologías y técnicas estandarizadas.



5.3 Explicación detallada del proceso de priorización de países

Para poder obtener unos resultados representativos de la situación actual de la Transformación Digital de los sectores de Manufactura y Comercio Minorista en América Latina y el Caribe, se realizó un análisis de priorización para seleccionar los países y los subsectores con mayor relevancia para la economía de la región. Se consideraron los datos oficiales de las fuentes de referencia del World Bank y la Organización para el Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas (UNIDO) y se contaron con las aportaciones de la unidad de Manufactura y Comercio Minorista del BID.

PRIORIZACIÓN DE PAÍSES

Se consideraron diferentes factores que evalúan la relevancia, el potencial de los sectores en cada uno de los países analizados y su contribución al valor agregado de la industria en la región. Entre estos factores se incluyen el impacto económico del sector en el país y en la región, el volumen de la fuerza laboral, el nivel de competitividad industrial del país, el nivel de inversión del país en su infraestructura y las capacidades tecnológicas y de innovación.



A continuación, se detalla cómo se realizó la evaluación de cada uno de estos factores:

Impacto económico: Contribución del sector de manufactura al desarrollo económico del país. Considera las siguientes variables:

- **Valor Agregado de la Manufactura (VAM):** Valor de la producción bruta de los productores menos el valor de los bienes y servicios intermedios que se consumen en la producción antes de contabilizar el consumo de capital fijo en la producción.

$$VAM_{Manufactura} = Valor_{Producción Bruta} - \sum Valor_{Bienes Intermedios}$$

- **Contribución del VAM al PIB total:** Porcentaje del Valor Agregado de la Manufactura con respecto al valor total del Producto Interior Bruto (PIB) del país.

$$Contribución\ del\ VAM_{Manufactura} = \frac{VAM_{Manufactura}}{PIB_{País}}$$

- **Índice de Producción Industrial (IPI):** Evolución mensual de la actividad productiva de la Manufactura en el país. Refleja la evolución conjunta de la cantidad y de la calidad, eliminando la influencia de los precios. Fuente de los datos: The Global Economy, 2022.

Cada variable se evaluó en un nivel Bajo, Medio o Alto y una puntuación del 1 al 3 (respectivamente) en función de los rangos definidos en la siguiente tabla:

	VAMManufactura (billones de dólares)	Contribución VAM Manufactura (%)	IPI	Puntuación
Alto	Mayor a 50	Mayor del 15%	Mayor a 3	3 puntos
Medio	Entre 20 y 50	Entre el 9% y el 15%	Entre 1 y 3	2 puntos
Bajo	Menor de 20	Menor del 9%	Menor de 3	1 punto

Fuerza laboral: El número total de empleados en el sector manufacturero en el país.

	Empleados (millones)	Puntuación
Alto	Más de 2	3 puntos
Medio	Entre 0.5 y 2	2 puntos
Bajo	Menos de 2	1 punto

Nivel de competitividad: Los datos de Índice de Rendimiento Industrial Competitivo (Competitive Industrial Performance, CIP) que proporciona la UNIDO. Este índice mide la habilidad de los países para producir y exportar manufacturas competitivamente.

	CIP	Puntuación
Alto	Mayor de 0.05	3 puntos
Medio	Entre 0.02 y 0.05	2 puntos
Bajo	Menor de 0.02	1 punto

Infraestructura: Valor total de la inversión de capital del país en infraestructura como porcentaje del total del PIB.

$$Inversión\ en\ Infraestructura = \frac{Inversión\ de\ Capital_{Infraestructura,País}}{PIB_{País}}$$

	Inversión en Infraestructura (% de PIB)	Puntuación
Alto	Mayor de 20%	3 puntos
Medio	Entre 15 y 20%	2 puntos
Bajo	Menor del 15%	1 punto

Tecnología e Innovación: Capacidades tecnológicas y de innovación en el país. En función de las siguientes variables:

- **Innovación:** Índice Mundial de Innovación proporcionado por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (en inglés, WIPO). Contempla la inversión del país en Ciencia e Innovación, el progreso tecnológico, la adopción en tecnología y el impacto socioeconómico.
- **VAM de la tecnología media y alta:** Valor agregado de la tecnología media y alta en la manufactura como porcentaje del VAM total.

$$VAM_{Tecnología\ media\ y\ alta,Manufactura} = \frac{VAM_{Tecnología\ media\ y\ alta,País}}{VAM_{Manufactura,País}}$$

- **Gasto en Investigación y Desarrollo (I+D):** Inversión de capital en acciones de Investigación y Desarrollo en el país como porcentaje del total del PIB.

$$\text{Gasto en I + D} = \frac{\text{Inversión de capital}_{I+D, \text{País}}}{\text{PIB}_{\text{País}}}$$

Cada variable se evaluó en un nivel Bajo, Medio o Alto y una puntuación del 1 al 3 (respectivamente) en función de los rangos definidos en la siguiente tabla:

	IMI	Contribución VAM Tecnología media y alta (% VAM total)	Gasto en I+D (% del PIB)	Puntuación
Alto	Mayor a 30	Mayor del 30%	Mayor al 0.3%	3 puntos
Medio	Entre 25 y 30	Entre el 20% y el 30%	Entre el 0.2% y el 0.3	2 puntos
Bajo	Menor de 25	Menor al 20%	Menor al 0.2%	1 punto

Una vez evaluados todos los factores para cada uno de los países, se realizó una priorización de estos de acuerdo con el siguiente modelo de ponderación:

	Impacto Económico	Fuerza Laboral	Competitividad	Infraestructura	Tecnología e Innovación
Peso	40%	20%	12.50%	12.50%	15%

Finalmente, se seleccionaron dentro del alcance del estudio los países que obtuvieron una calificación promedio superior a 1.5 puntos. Estos países son: México, Brasil, Chile, Argentina, Colombia, Perú y Ecuador.

Tabla 2: Priorización de países

	IMPACTO ECONÓMICO		FUERZA LABORAL	COMPETITIVIDAD	INFRAESTRUCTURA	TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN			Puntuación	Pos.	
	VAM (billones \$)	VAM (% del PIB)	IPI	Empleados manufactura (Millones)	CIP	Inversión de Capital (%del PIB)	IMI	VAM media y alta tecnología (%total VAM)			Gasto en Innovación (% del PIB)
México	185.56	17.28	2.95	3.93	0.15	19.31	34.5	46	0.31	2.8	1
Brasil	141.15	9.77	-0.5	6.59	0.07	15.4	34.2	34	1.16	2.7	2
Chile	25.12	9.93	-3.05	0.45	0.06	19.82	35.1	20	0.36	2.2	3
Argentina	59.83	15.37	4.69		0.04	14.02	29.8	25	0.49	2.2	4
Colombia	29.9	11.02	9.1	0.65	0.03	19.01	31.7	24	0.23	2.1	5
Perú	24.65	12.2	0.97	0.63	0.03	17.82	31.2	15	0.13	1.9	6
Ecuador	15.38	15.57	-	0.3	0.02	23.12	25.4	15		1.6	7
Paraguay	6.59	18.48	-	-	0.02	20.16	26.4	22	0.15	1.4	8
Panamá	3.12	5.78	10.41	0.05	0.01	24.06	28	6	0.15	1.4	9
Uruguay	5.52	10.3	3.9	-	0.02	17	32.2	18	0.42	1.4	10
El Salvador	3.67	14.89	2.27		0.02	17.91	25	19	0.16	1.3	11

NOTA: Algunos de los países más pequeños de la región de América Latina y el Caribe fueron descartados del análisis de priorización por el volumen de su industria y la falta de datos provenientes de fuentes oficiales públicas.



PRIORIZACIÓN DE SUBSECTORES

Para el análisis de priorización de los diferentes subsectores de la industria manufacturera, se consideraron sus datos del Valor Agregado de Manufactura y su relevancia en la región de acuerdo con su contribución al VAM total de estos países.

A continuación, se detalla su modelo de priorización:

- **Valor Agregado de la Manufactura (por subsector):** Valor de la producción bruta de los productores del subsector menos el valor de los bienes y servicios intermedios que se consumen en la producción, antes de contabilizar el consumo de capital fijo en la producción.

$$VAM_{Subsector} = Valor_{Producción Bruta, Subsector} - \sum Valor_{Bienes Intermedios, Subsector}$$

- **Contribución del VAM del subsector al VAM de los países priorizados:** Porcentaje del Valor Agregado de la Manufactura en el subsector con respecto al valor total del VAM de todos los subsectores en los países priorizados.

$$Contribución\ del\ VAM_{Subsector} = \frac{VAM_{Subsector}}{PIB_{País}}$$

Una vez analizados los datos, se seleccionó una combinación de subsectores manufactureros que representa el 83.7% del VAM total de la región:

Tabla 3: Priorización de subsectores

	 MÉXICO	 BRASIL	 ARGENTINA	 COLOMBIA	 PERÚ	TOTAL	VAM (%)
Químicos y productos químicos	\$11.0	\$24.4	\$7.8	\$4.3	\$1.6	\$49.2	18.8%
Vehículos de motor, remolques y semirremolques	\$37.3	\$11.5	\$2.6	\$0.5	\$0.2	\$52.2	18.4%
Metales básicos	\$7.6	\$9.8	\$3.4	\$0.9	\$1.6	\$23.3	8.4%
Maquinaria y equipo no clasificado en otras categorías	\$3.8	\$11.4	\$2.8	\$0.4	\$0.6	\$19.1	7.2%
Productos de metal fabricados	\$5.0	\$6.5	\$2.5	\$0.6	\$1.3	\$15.8	6.5%
Productos de hule y plásticos	\$5.3	\$6.3	\$2.8	\$1.2	\$0.9	\$16.4	6.4%
Otros productos minerales no metálicos	\$5.3	\$5.0	\$2.7	\$1.6	\$1.7	\$16.4	6.2%
Papel y productos de papel	\$3.1	\$6.6	\$1.9	\$1.1	\$0.8	\$13.5	5.6%
Maquinaria eléctrica y aparatos	\$4.4	\$4.6	\$0.8	\$0.5	\$0.3	\$10.6	3.9%
Textil	\$1.3	\$2.8	\$1.0	\$0.5	\$0.6	\$6.3	2.3%
Comercio minorista	\$1,180	\$3,490	\$567	\$323	\$253	\$5,813	-

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) extraída el 16 de junio de 2022

NOTA: Es importante mencionar que algunos de los países más pequeños de la región de América Latina y el Caribe fueron descartados del análisis de priorización por el volumen de su industria y la falta de datos provenientes de fuentes oficiales públicas.

5.4 Descripción de las actividades de la cadena de valor de la manufactura

La cadena de valor se define como la gama completa de actividades necesarias para crear un producto o servicio. Para las empresas que producen bienes, esta cadena comprende los pasos que llevan un producto desde su concepción hasta la entrega al cliente final.

Cada una de estas etapas - diseño y desarrollo, abastecimiento, producción, almacenaje y logística y ventas - se les conoce comúnmente como eslabones de la cadena de valor. Dependiendo del producto manufacturado, la secuencia de la cadena de valor puede variar, sin embargo, todas las cadenas de valor de la manufactura inician con el diseño y/o desarrollo y terminan con la distribución final.

Las cadenas de valor en el sector de la manufactura están compuestas por cinco eslabones principales, con uno adicional que se encuentra presente en algunos subsectores: Diseño y Desarrollo, Abastecimiento, Producción, Almacenaje y Logística, Ventas y Servicio al Cliente y el adicional Generación de Economía Circular. Cada eslabón se compone de diferentes actividades dependiendo del tipo de producto y los procesos que este conlleva.

Diseño y
Desarrollo

Abastecimiento

Producción

Almacenaje y
Logística

Ventas y servicio
al cliente

Generación de
economía circular





Diseño y desarrollo

Como se mencionó previamente, este es el eslabón inicial de la cadena de valor en el sector de la manufactura. Inicia con el esbozo de la idea del producto, en donde se define qué es lo que se quiere hacer. Se continúa con la etapa de investigación y desarrollo donde se identifican los requisitos y atributos del producto, se realiza el análisis de mercado y se investigan los materiales y tecnologías para hacer viable la fabricación. Después, viene la etapa de diseño, en donde se aterriza la idea de manera concreta a través de la generación de planos y selección de materiales, para finalizar con pruebas físicas, de prototipado y control de calidad inicial.

Abastecimiento

El siguiente eslabón de la cadena de valor varía dependiendo de la naturaleza del producto y de la organización. Por lo general, involucra al departamento de compras, el cual tiene que cumplir con la gestión de proveedores; ejecución de la compra y en conjunto con el área encargada del control de calidad de materia prima e insumos, evaluar al proveedor y el insumo adquirido; después, generar una planeación de abastecimiento constante y coordinar con el almacén de materia prima entradas y salidas. Este eslabón juega un papel crítico en los procesos de manufactura ya que la falta de materias primas puede desencadenar en una parada completa de la producción.

Cabe destacar que no en todo el sector se realiza de esta manera, por ejemplo, en la fabricación del cemento, la mayoría de las organizaciones realizan la extracción de materia prima para su propia producción.

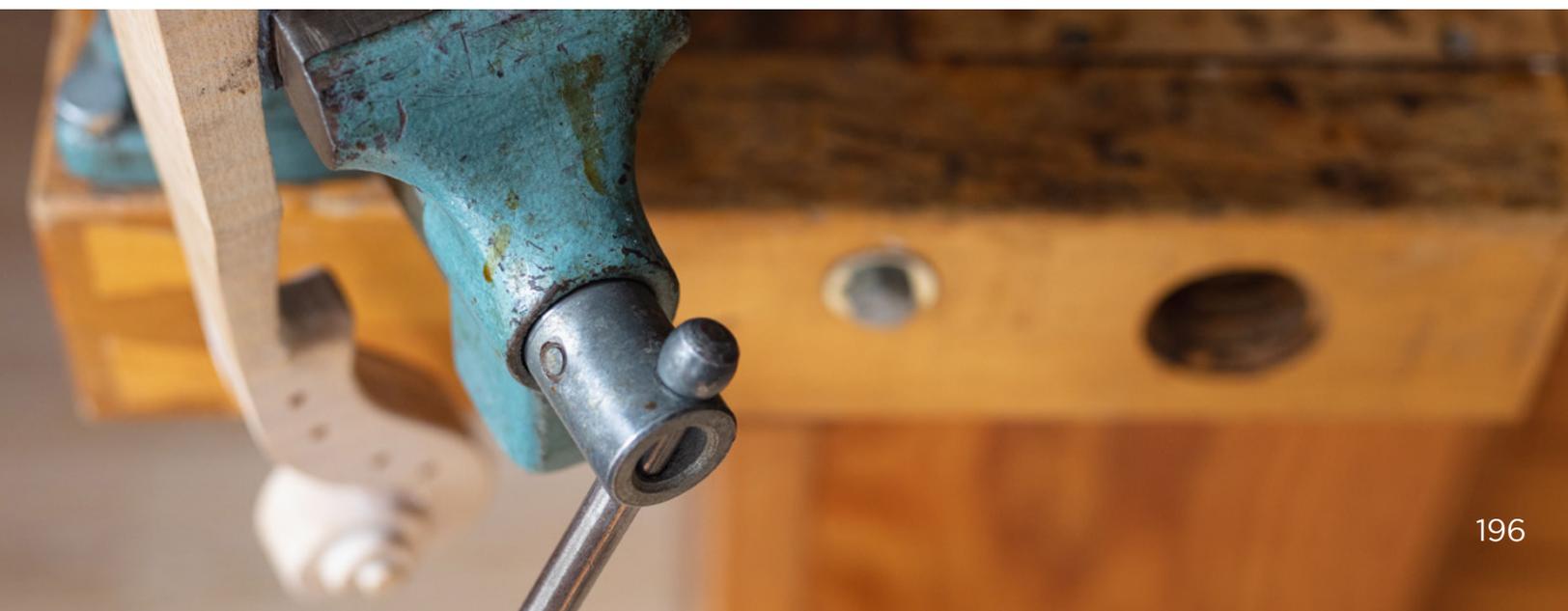
Producción

El eslabón de producción es el centro de la cadena de la manufactura, se refiere a la selección y utilización de los materiales, equipos y procesos necesarios para la fabricación. Este eslabón puede comprender la fabricación de materiales, de componentes, del producto terminado y/o la fabricación de servicios, que satisfagan las necesidades del mercado.

Así mismo, este eslabón es responsable de garantizar la alta calidad y el cumplimiento de los estándares establecidos por la organización, tanto en los procesos de fabricación, cómo en los productos terminados.

Almacenaje y logística

El cuarto eslabón de la cadena de valor implica todas las actividades relacionadas con la recepción, almacenamiento, distribución y entrega de los materiales, productos terminados y gestión de inventarios. Estas actividades tienen como objetivo mejorar el flujo de materiales y productos de la empresa, minimizar tiempos y movimientos, y asegurar que los productos se produzcan y se entreguen en tiempo y forma. El eslabón de almacenaje y logística también ayuda a asegurar que los costes de almacenamiento y transporte se mantengan bajos para la empresa.



Ventas y servicio al cliente

El proceso de ventas y servicio al cliente se encarga de gestionar el trato con los clientes finales. En cuanto al aspecto de ventas, lleva a cabo todo el flujo desde la generación de contactos y administración de prospectos, hasta realizar el cierre y estar pendiente de la entrega, al dar seguimiento de la entrega del producto y tratar de generar recompra. En la parte de servicio al cliente, se refiere al servicio de atención postventa, como garantías reparaciones, devoluciones y reembolsos. Este eslabón tiene impacto directo en la generación y predicción de la demanda de los productos de las organizaciones.

Generación de Economía Circular

Por último, el proceso de la generación de economía circular, el cual, con un enfoque estratégico y sostenible, busca la fabricación de productos al maximizar el uso de los recursos, reducir el desperdicio y aumentar la reutilización de materiales. Este tipo de modelo productivo ha ganado mayor peso en la región, gracias al cambio en las regulaciones de algunos países durante la última década, lo que ha impulsado a las organizaciones a adoptar la economía circular, además, los clientes valoran cada vez más a las compañías que tienen implementado este modelo. Estos dos puntos implican que muchas de las entidades se centren en la digitalización y automatización de procesos, con el fin de mejorar la eficiencia y la eficacia de sus operaciones y maximizar el valor generado por la economía circular.



Descripción de las cadenas de valor prioritarias

En el estudio se priorizaron las cadenas de valor de algunos de los productos del sector, al tomar en cuenta su importancia y peso en la industria y en la región.

Aceros

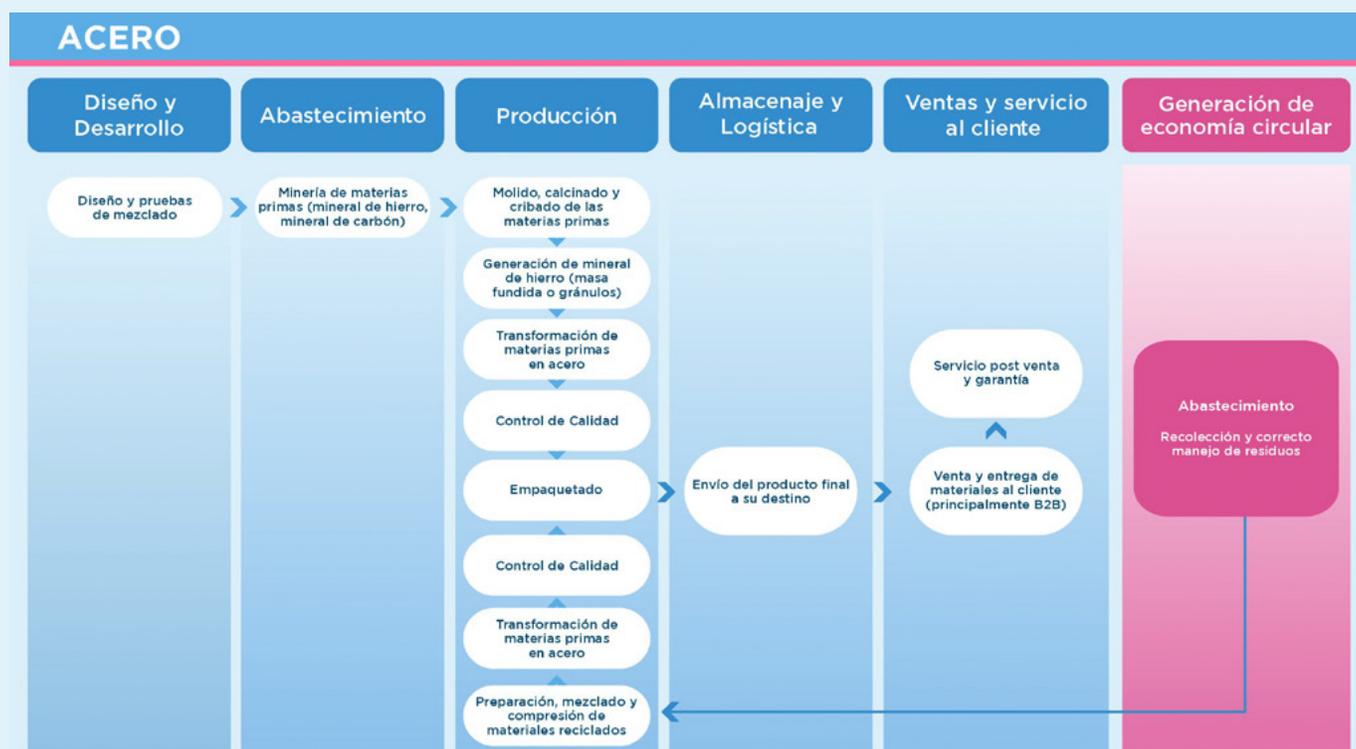
Esta cadena de valor se inicia de manera similar a la anterior, una vez que se tiene la formulación de la mezcla establecida, empieza la extracción de minerales como el hierro, la caliza, y el coque. Estos elementos se mezclan y se someten a altas temperaturas para producir acero. La mezcla se convierte en algunos casos en una especie de maza fundida o en granulados de acero, que posteriormente se vierten en moldes para dar forma a través de la fundición a productos semiacabados como vigas, placas y tubos. Algunas organizaciones con estos productos semiacabados, los pasan por varias etapas de laminación para obtener productos detallados estructurales y decorativos.

El proceso final involucra tratamientos térmicos, como la templabilidad, para aumentar la resistencia del acero y un acabado superficial para mejorar su apariencia. Por último, ya con el pedido generado se envía el producto al destino final, se cierra la venta y se entrega al cliente.



La generación de economía circular en esta cadena de valor se da con la propia disposición y recolección de residuos. Al separar los utilizables de los no utilizables, se aprovechan los residuos utilizables a través de un nuevo proceso para generar nuevas piezas de acero, lo que minimiza la necesidad de extraer minerales del suelo para fabricar estos productos y promueve la correcta disposición de los residuos por parte de las compañías.

Figura 20: Modelo de negocio del acero

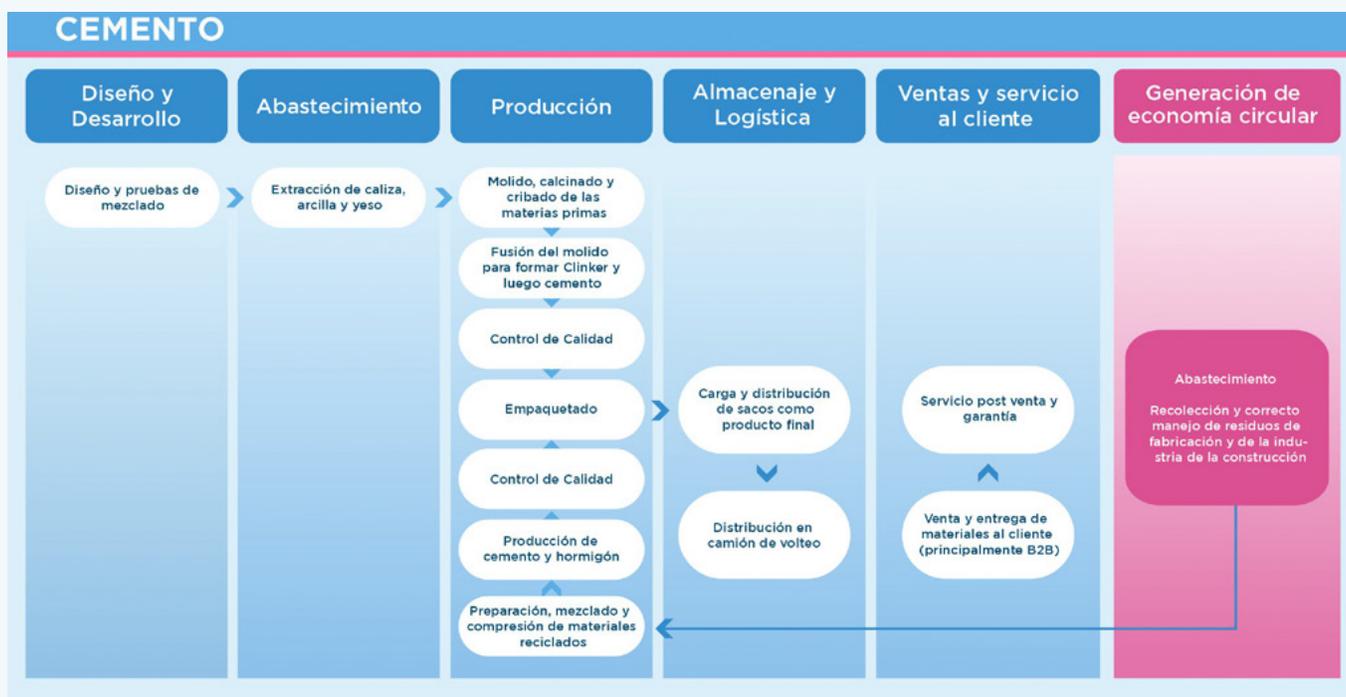


Cemento

La industria cementera en ALC tiene una gran relevancia ya que es la producción regional la que abastece al mercado local, con muy poca dependencia de las importaciones. La producción del cemento requiere de una cadena de suministro compleja y sólida. Esta cadena se inicia con la extracción de materias primas como caliza, arcilla, yeso y otros minerales. Estos recursos se transportan luego a una planta de fabricación de cemento donde se someten a una combinación de procesos térmicos, mecánicos y químicos. Los materiales se mezclan entonces para crear Clinker, el cual se muele para producir el polvo fino conocido como cemento. El producto final se transporta luego a los lugares de destino para su uso en la construcción.

La generación de economía circular en el modelo de negocio del cemento comienza con la propia disposición y recolección de residuos. Se separarán los residuos utilizables del proceso de fabricación y se recolectan los de la industria de la construcción para procesarlos y generar cemento y hormigón. Al igual que en el modelo de negocio del acero, esto minimiza la necesidad de extraer minerales del suelo para fabricar más productos y promueve la correcta disposición de los residuos por parte de las compañías.

Figura 21: Modelo de negocio del cemento



Papel y productos de papel

El modelo de negocio del papel y la producción de productos de papel comienza con la tala de troncos para usar como materia prima y formar pasta de celulosa de madera o pulpa de papel. Cabe destacar el lugar que tiene la reforestación en esta cadena de valor.

Las compañías aplican esta práctica para limitar la explotación de los recursos naturales. La pasta de celulosa de papel se obtiene a partir del procesamiento de los troncos que se someten a un proceso de molienda para separar fibra individualmente.

A continuación, la pasta es mezclada con agua para formar una masa de papel, que se lleva a una prensa para extraer el exceso de agua. Una vez hecho esto, el resultado de la pasta sin agua se utiliza para producir varios tipos de papel, como papel para impresión, embalaje e higiénico. Una vez que se ha completado el producto, y se ha realizado el pedido, se envía al destino final para su venta y entrega al cliente.

La generación de economía circular en este modelo de negocio se da con la reforestación por parte de las organizaciones, para su posterior reabastecimiento, y también, con la recolección de papel y empaques de sus derivados, que hayan sido reciclados, para reutilizarse en el proceso de nuevos productos.

Figura 22: Modelo de negocio del papel y productos de papel



Automotriz

El modelo de negocio automotriz se compone de una cadena de suministro compleja, en la que se involucran diversos participantes que fabrican algunos componentes en geografías distintas a la región ALC. El primer paso del modelo es el diseño. Esto puede hacerse internamente o a través de contratistas externos. Una vez que se ha diseñado el vehículo, las compañías recurren a la cadena de suministro para abastecerse de componentes específicos, a través de empresas de primer nivel (Tier 1). El ensamblaje y montaje de algunos vehículos completos, se realizan en conjunto con el abastecimiento de empresas de primer nivel y algunos fabricantes que producen elementos individuales del automóvil. Una vez que los vehículos están listos para su venta, deben ser distribuidos a los concesionarios y otros minoristas.

Ellos son responsables de la promoción, la negociación de precios y la entrega de los vehículos a los compradores finales. Esta cadena de valor finaliza con servicio y soporte, incluye el mantenimiento y reparación de los vehículos, así como la oferta de garantías y otras formas de protección para los compradores. Esto puede proporcionarse directamente a través de los concesionarios o a través de centros de servicio especializados.

La generación de economía circular en este subsector se logra mediante la recuperación de materiales como el plástico, el metal y el vidrio para ser reutilizados en la fabricación de nuevos vehículos y/o mediante la recuperación y utilización de componentes usados, como motores, partes de carrocería, neumáticos, etc.

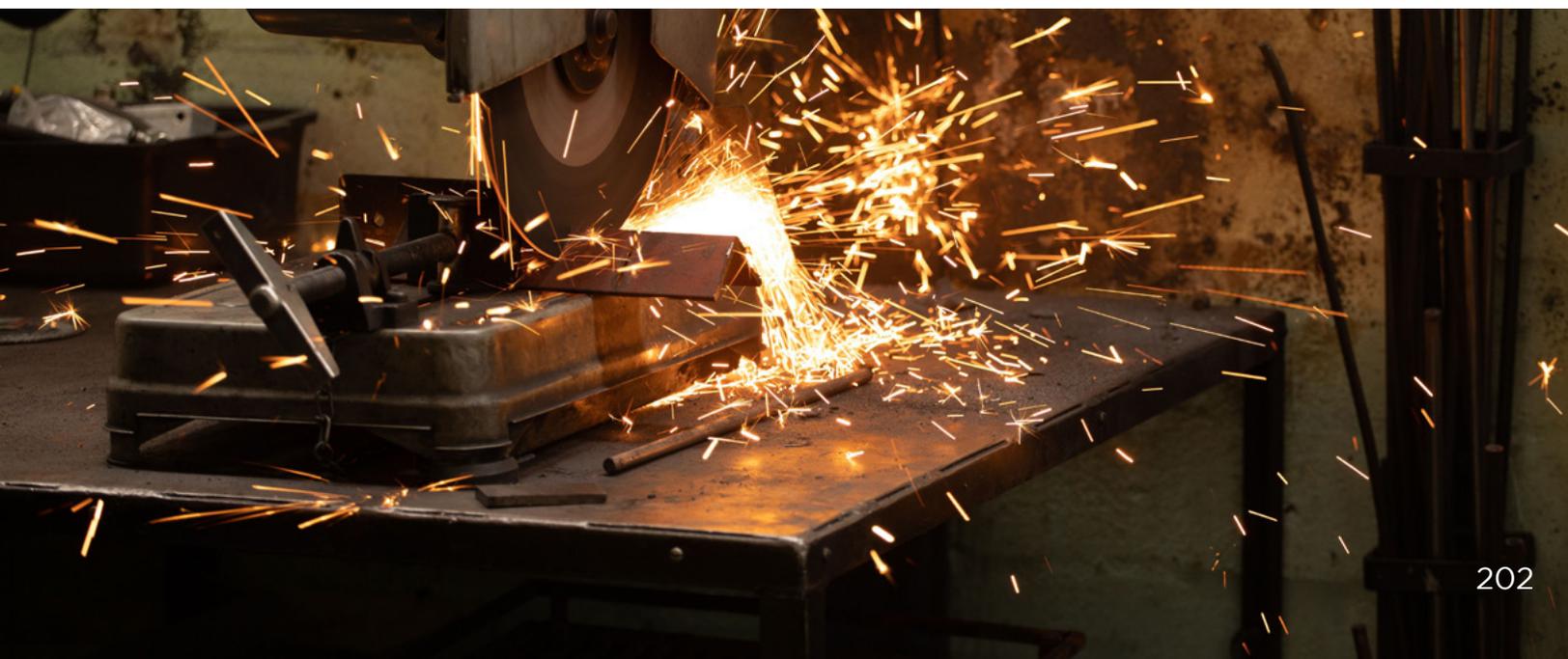
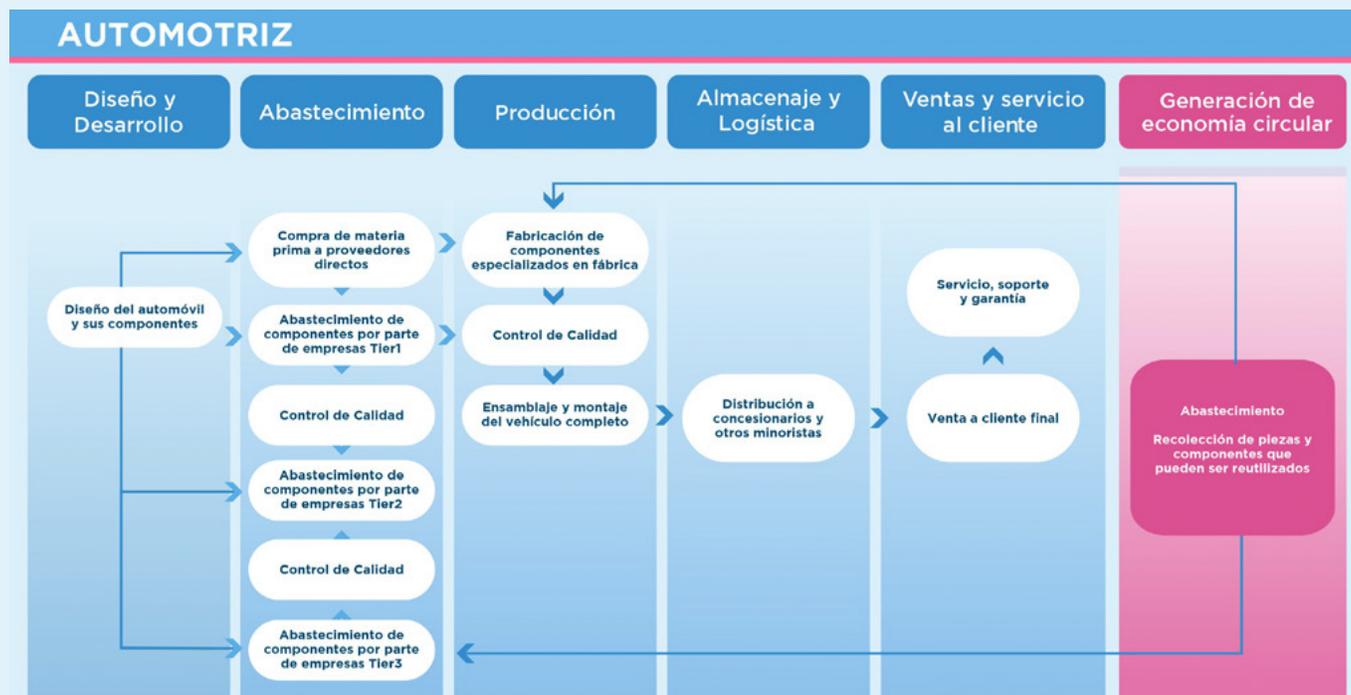


Figura 23: Modelo de negocio automotriz



5.5 Particularidades de países y subsectores encontrados durante el estudio

En la región de América Latina y el Caribe, el nivel de madurez digital de las compañías manufactureras y de comercio minorista varía mucho en función del país, el subsector o el tipo de compañía. Por esta razón, durante el proceso de entrevistas y análisis de resultados de los DMA se identificaron algunas particularidades de algunos países y subsectores que no son generales para toda la región. Estas particularidades se mencionan a continuación:

PAÍSES



México

- Los subsectores de manufactura que están dentro del alcance del estudio y que tienen una mayor relevancia en el PIB manufacturero son las industrias: vehículos a motor, químicos, maquinaria y metales. De estas industrias, las más avanzadas digitalmente son la automotriz y los químicos.
- En México, debido a su posición geográfica, sus tratados de libre comercio, la alta competitividad de su industria, la disponibilidad de mano de obra cualificada, el tamaño de su mercado local y la disponibilidad de talento digital (es el primer país de la región en perfiles STEM) existe una alta presencia de plantas de compañías internacionales en algunos sectores. La presencia de este tipo de compañías, que importan mejores prácticas de otras regiones más avanzadas digitalmente, como Estados Unidos o Europa, eleva el nivel de competencia y exigencia en el mercado, obligando a las compañías locales a evolucionar digitalmente para mantener la competitividad.

- Una de las barreras más relevantes para la adopción digital en México es el bajo costo de su mano de obra, que en muchos casos dificulta la justificación financiera de la inversión de algunas iniciativas de automatización.



Brasil

- Dentro del alcance del estudio, las industrias más competitivas de Brasil son la industria de papel y celulosa y la siderúrgica. En términos de avance tecnológico, las más destacadas son: plásticos, maquinaria, y químicos.
- Uno de los principales desafíos que se ha identificado para la implementación de nuevas tecnologías en el sector manufacturero de Brasil es el bajo conocimiento por parte de algunos líderes acerca de los beneficios y las implicaciones de la Transformación Digital.
- En Brasil, al igual que sucede en algunos subsectores de México, gran parte de las empresas son familiares y no han trabajado en generar una cultura digital a nivel corporativo, lo que está ralentizando la adopción de iniciativas digitales.
- A pesar de la alta relevancia de la industria brasileña en la región ALC, apenas se han implementado iniciativas digitales más allá de la automatización y la sensorización de algunas plantas. Algunas de las barreras identificadas en este aspecto son la baja disponibilidad de cualificados, la ausencia de infraestructura de telecomunicaciones sólida y la falta de colaboración entre diferentes agentes de la cadena de valor.



Chile

- Después de las industrias de alimentos, bebidas y tabaco, que están fuera del alcance de este estudio, las industrias manufactureras de Chile que tienen una mayor aportación al PIB son los productos metálicos, la maquinaria y los químicos, que a su vez, son las industrias más competitivas digitalmente dentro del nivel intermedio que se ha identificado en el país.
- Destaca el alto nivel de sostenibilidad en Chile, primer país en temas de sostenibilidad gracias a las iniciativas que está impulsando el gobierno dentro de la agenda 2030 y su marco regulatorio. En este sentido, todos los subsectores de manufactura están desarrollando iniciativas de economía circular.



Colombia

- La principal área de oportunidad es la innovación. En comparación con otros países de la región, el país está rezagado en políticas públicas que impulsen el I+D entre las organizaciones manufactureras y las PYMES, por lo que los sistemas de producción tienen poco valor agregado.
- Se identifica resistencia al cambio por parte de los empleados de las organizaciones. La falta de una cultura digital y la creencia de que los proyectos de automatización y digitalización van a eliminar puestos de trabajo, son una barrera para el despliegue de este tipo de iniciativas, afectando la competitividad y la productividad de la industria en el país.



Argentina

- Las principales industrias manufactureras en Argentina son las industrias automotriz, química y metalúrgica, que a su vez, son las industrias que más están apostando por la innovación.
- Se identifica una brecha importante entre los planes de Transformación Digital de las organizaciones y la realidad de sus plantas. Si bien, las compañías argentinas ven la Transformación Digital como un pilar clave para su desarrollo industrial y afirman contar con planes de transformación a corto plazo, también el despliegue de iniciativas que involucran tecnologías de vanguardia se encuentra en una fase muy incipiente.



Perú

- Las industrias manufactureras más relevantes son la industria de textiles y prendas de vestir, la industria de madera y papel, y la industria metalmecánica. De las cuales, la industria de metales es la más avanzada digitalmente. En general, Perú se ha identificado como un país seguidor donde normalmente se implementan iniciativas digitales una vez que han demostrado su éxito en otros países.
- Destaca la apuesta de las compañías peruanas por las iniciativas que incluyen soluciones de Internet de las Cosas (IoT) como complemento a las iniciativas que se están desplegando de automatización y soluciones en la nube.

SUBSECTORES



Vehículos de motor:

- El sector de auto, es uno de los más avanzados digitalmente en la región. Las compañías automotrices están integrando tecnologías de vanguardia tanto en las líneas de producción, como en los propios automóviles, dotándolos de servicios digitales para favorecer las actividades de mantenimiento y mejorar la experiencia del usuario.
- Por el contrario, en el sector de carros de ferrocarril el nivel de adopción de nuevas tecnologías es prácticamente nulo. A nivel operativo, se identifica una alta manualidad en los procesos productivos y la presencia de sistemas de gestión básicos. Así mismo, varios líderes de esta industria mencionan desconocer cuáles son las aplicaciones y los beneficios que les puede ofrecer una Transformación Digital de su operación, ya que por las características de su mercado y el bajo costo de la mano de obra no han visto necesario, hasta el momento, invertir en este tipo de soluciones para mejorar su eficiencia operativa. Donde sí ven un reto importante es en la mejora de la trazabilidad a lo largo del proceso de producción, desde el origen de sus materias primas, hasta la entrega del producto terminado, ya que en caso de que se produzca un accidente de ferrocarril es necesario revisar el proceso de inicio a fin para identificar las causas y las responsabilidades correspondientes.



Metales y productos metálicos:

- En la industria de fabricación de materiales metálicos para infraestructuras, destaca el bajo nivel de implementación de automatizaciones y digitalización que existe actualmente en las plantas. Debido a las características de los productos, que no requieren de una alta precisión en las actividades de corte y soldadura, las líneas de producción no requieren de tecnologías sofisticadas para mejorar la calidad de los productos. Por otro lado, las organizaciones mencionan que las elevadas inversiones en automatización rara vez se justifican, dado que, al contar con mano de obra barata, el payback es muy largo y la iniciativa se termina despriorizando.



Químicos y productos químicos:

- La industria química, por las características de sus productos y flujos productivos, es intensiva en capital y actividades de investigación y desarrollo. Las organizaciones de la industria están constantemente investigando y experimentando para mejorar las propiedades de sus bienes intermedios (que también son utilizados en otras industrias) y sus productos terminados, así como en eficientizar sus procedimientos, en los cuales es clave la precisión de variables como la temperatura, la presión o la humedad, entre otras. Estos factores están haciendo de la Transformación Digital un pilar fundamental entre las organizaciones de la industria para acelerar los procesos y lograr una mayor eficiencia operativa a través de la sensorización y capacidades de analítica avanzada.



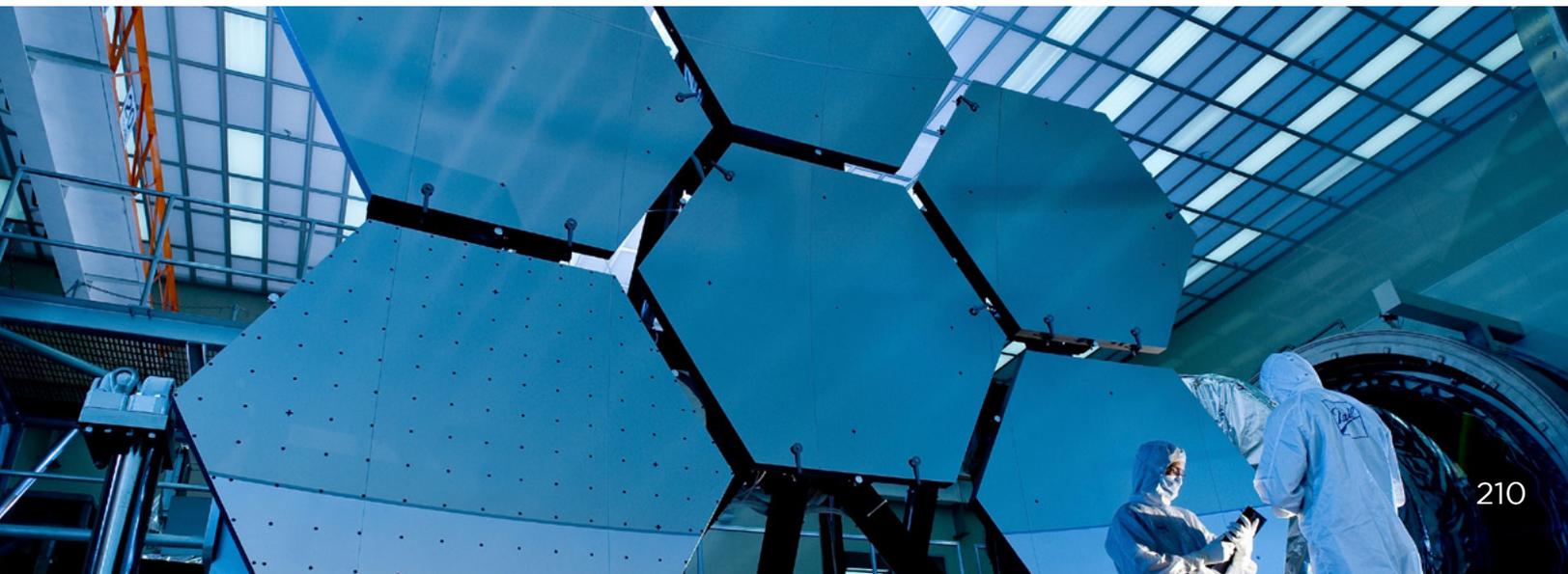
Productos minerales no metálicos:

- Entre las compañías cementeras, cabe destacar, que muchas están verticalmente integradas y gestionan la cadena de valor del cemento, los concretos u hormigones y los agregados, atendiendo a canales tradicionales masivos a través del retail de construcción y a canales industriales a través de su red de plantas de concreto. En términos de digitalización, destaca el control del proceso productivo a través de sensores y controladores tanto en las plantas de cemento como en las de agregados, así como uso de software de ruteo para optimización de las rutas de entrega del concreto.
- En términos de ESG, las compañías cementeras son pioneras en economías circulares y en el uso de combustibles alternativos.



Comercio minorista:

- El Comercio Minorista se caracteriza por su cercanía con el consumidor final, por lo que el foco de su madurez digital está más orientado a las interacciones con cliente, buscando habilitar tecnologías en puntos de venta y modelos de comercio digital (*e-commerce*) enfocadas en la generación de ventas y contacto eficiente con los clientes.





- Se identifica una clara tendencia a la implementación de capacidades analíticas para la segmentación de clientes digitales y modelos de machine learning para definir estrategias de precios dinámicos.

Adicional, cabe destacar que el sector se encuentra en un estado de madurez digital mayor en términos de nuevos modelos de atención y capacidades para generar ingresos a través de diversos canales de venta, que combinan capacidades físicas y digitales mediante la implementación de estrategias de compra online y retiro en tienda, o incluso, innovan en modelos basados en venta a través de *marketplaces* o plataformas de entrega de última milla.



5.6 Mapa completo de proveedores de soluciones en América Latina y el Caribe.

#	Empresa	Página web	Solución	Origen	Operación
1	Pulsar	www.pulsarmi.com	Monitoreo en planta	Estados Unidos	ALC
2	Stratasys	www.stratasys.com	Impresión 3D	México	ALC
3	I-Optia	www.i-optia.com	IA para operaciones industriales	Colombia	ALC
4	Tsol	www.tsolco.com	Software logístico	México	ALC
5	Mojix	www.mojix.com	Soluciones digitales para toda la cadena de suministro	Estados Unidos	ALC
6	Seebo	www.seebo.com	IA para análisis predictivos	Estados Unidos	ALC
7	BALLUFF	www.balluff.com	Soluciones para manufactura inteligente	Alemania	ALC
8	Micro-Epsilon	www.micro-epsilon.com	Sensores y sistemas de medición	Estados Unidos	ALC
9	Less Industries	www.lessindustries.com	Monitoreo Inteligente	Argentina	ALC
10	Sensorbox	www.sensorbox.com.br	Telemetría	Brasil	Brasil
11	Nc Tech	www.nctech.com.mx	Soluciones para manufactura inteligente	México	México

12	Tractian	www.tractian.com	Monitoreo inteligente y gestión de activos	Brasil	México y Brasil
13	Prismex	www.prysmex.com	Plataforma digital para control de seguridad	México	México
14	Obralink	www.obralink.com	Automatización del control de avance de obras	Chile	Chile
15	Arvolution	www.arvolution.com	Digitalización de tareas de inspección y seguridad	México	ALC
16	Universal - Robots	www.universal-robots.com	Cobots para automatización de operaciones	Dinamarca	ALC
17	Samsara	www.samsara.com	Soluciones en la nube para operaciones industriales	Estados Unidos	ALC
18	SAP	www.sap.com	Software de gestión de operaciones de manufactura	Alemania	ALC
19	Vuzix	www.vuzix.com	Gafas inteligentes con realidad aumentada	Estados Unidos	ALC
20	Nowports	www.nowports.com	Software para logística internacional	México	ALC

21	Datup	www.datup.ai	Plataforma SaaS para planeación de la demanda	Colombia	ALC
22	Mesbook	www.mesbook.com	Sistema de Gestión de Fábricas en Tiempo Real	España	ALC
23	Kawasaki Robótica USA	www.kawasakirobotics.com	Robots colaborativos para manufactura	Estados Unidos	ALC
24	Siemens	new.siemens.com	Sistemas de automatización industrial	Alemania	ALC
25	GoEpik	www.goepik.com	Digitalización de inventarios de máquinas y equipos	Brasil	Brasil
26	Manufactura Cohesiva	www.cohesivemanufacturing.com	Tecnología de diseño de gráficos 3D	Colombia	Colombia
27	Smart Factory SAC	www.smartfactorysac.com.pe	Soluciones de automatización industrial	Peru	Peru
28	Cisco	www.cisco.com	Sistemas de conectividad para manufactura avanzada	Estados Unidos	ACL
29	TAI Smart Factory	www.taismartfactory.com	Sistemas para gestión y control de la producción	España	ACL

30	Aveva	www.aveva.com	Software industrial para digital twins	Reino Unido	ACL
31	Microsoft	www.microsoft.com	Soluciones en la nube integrales de manufactura	Estados Unidos	ACL
32	ABB	new.abb.com	Soluciones digitales para la manufactura	Estados Unidos	ACL
33	BlueYonder	www.blueyonder.com	Soluciones de planificación y gestión de la cadena de suministro	Estados Unidos	ACL
34	Iconics	www.iconics.com	Software de automatización avanzada	Estados Unidos	ACL
35	Oracle	www.oracle.com	Software de fabricación impulsado por IIOT e IA	Estados Unidos	ACL
36	Augury	www.augury.com	Software para la prevención de fallas en las máquinas	Estados Unidos	ACL
37	Trideo	www.trideo3d.com	Impresoras 3D y manufactura	Argentina	Argentina

38	Trimarker	www.trimaker.com	Soluciones de impresión 3D	Argentina	Argentina
39	Dataprophet	www.dataprophet.com	Plataforma basada en IA y ML para mejorar la eficiencia de los procesos productivos	Estados Unidos	Estados Unidos
40	Desh Tecnologia	www.deshtec.com.br	Soluciones de comunicación para IoT industrial	Brasil	Brasil
41	Trackage	www.trackage.com.br	Soluciones de monitoreo para actividades logísticas	Brasil	Brasil
42	Flex	www.flex.com	Soluciones de automatización y digitalización de los procesos productivos y logísticos	Brasil	Brasil
43	Map Tag	www.maptag.mx	Optimización de rutas de entrega para logística de última milla	México	México
44	Valiot	www.valiot.io	Software de IA para eficiencia en los procesos productivos	México	ALC

A person wearing a white lab coat and a white hairnet is working on industrial machinery in a factory setting. The person is focused on adjusting a component of the machine. The background shows various pipes and equipment, suggesting a complex industrial environment. The image has a blue and pink color gradient overlay.

REFERENCIAS

06

- Altios. (2022).** Las industrias en Brasil. <https://mexico.altios.com/2022/07/28/industria-en-brasil/>
- ANDI. (2022).** “Los resultados de la industria en enero apuntan a una recuperación sostenida de la economía en 2022”: ANDI. <https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17200-los-resultados-de-la-industria-en-enero>
- Andina. (n.d.).** ¿Cómo está el sector manufacturero en el Perú? Retrieved October 24, 2022, from <https://peru.info/es-pe/comercio-exterior/noticias/7/31/-como-esta-el-sector-manufactura-en-el-peru-#:~:text=Industrias%20del%20sector%20Manufacturas%20en%20Per%C3%BA&text=Entre%20ellos%20est%C3%A1%20la%20industria,la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20productos%20l%C3%A1cteos>.
- Avendano, R., Bontadini, F., Mulder, N., & Zaclicever, D. (n.d.).** Latin America’s faltering manufacturing competitiveness What role for intermediate services? 148 INTERNATIONAL TRADE. www.cepal.org/apps
- Balance preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe. (2018).** https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44326/129/BPE2018_Brasil_es.pdf
- Cabrera Valencia, F. (2019).** Cadenas Globales de Valor y la inserción de América Latina. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTipo=SIAL&prmID=50970&formato=pdf>
- CIAL dun&bradstreet. (n.d.).** Análisis de la Industria Manufactura - CHILE. Retrieved October 23, 2022, from <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/external-reports/IA-Chile-Manufacturing2018.pdf>
- CNBC, & LaRocco, L. A. (2022, October).** China, ‘factory of the world,’ is losing more of its manufacturing and export dominance. (China, ‘Factory of the World,’ Is Losing More of Its Manufacturing and Export Dominance.
- Garzón, N., Kulfas, M., Palacios, J. C., & Tamayo, D. (2016).** Evolución del sector manufacturero Ecuatoriano 2010-2013. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/SECTOR%20MANUFACTURERO.pdf>
- Gereffi, G. (2016).** Global Value Chains and Development. <https://www.slideshare.net/DukeCGGC/global-value-chains-and-development-presentation-at-nazarbayev-university-in-kazakhstan>
- IMD WORLD DIGITAL COMPETITIVENESS RANKING 2022. (n.d.).** Knoll, P., & Viola, A. (2018, May 30). BOLETÍN N° 50 : CRIPTOMONEDAS: DESARROLLO, VOLATILIDAD Y RIESGOS. <https://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/investigacionpublicaciones/economia-internacional/boletin-n-50-criptomonedas-desarrollo-volatilidad-y-riesgos/>
- Lauxmann, C. T., Trevignani, M., & Fernández, V. R. (2020).** Las cadenas globales de producción industrial en América Latina desde una perspectiva estructuralista. *Apuntes Del Cenes*, 40(71). <https://doi.org/10.19053/01203053.v40.n71.2021.11556>
- Leiva, C. (2017, September 21).** The Benefits of MES Continue to Fuel New Initiatives. <https://www.ibaset.com/payoff-mes-continues/>



- Mantravadi, S., & Møller, C. (2019).** An overview of next-generation manufacturing execution systems: How important is MES for industry 4.0? *Procedia Manufacturing*, 30, 588-595. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.083>
- Martinelli, P. (2022, August 12).** Gerdau está entre las 100 empresas más innovadoras en el uso de TI en Brasil. <https://www2.gerdau.com.br/noticias/gerdau-esta-entre-as-100-empresas-mais-inovadoras-no-uso-de-ti-no-brasil/>
- Masera, D. (2022).** LA INDUSTRIALIZACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RETOS Y OPORTUNIDADES. <https://ods9.org/news/830/la-industrializacion-en-america-latina-y-el-caribe-retos-y-oportunidades>
- Montes, R., & Rivas Molina, F. (2021).** Las cuatro semanas que dieron la victoria a Gabriel Boric. <https://elpais.com/internacional/2021-12-26/las-cuatro-semanas-que-dieron-la-victoria-a-gabriel-boric.html>
- Naciones Unidas. (2022).** La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2022. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Nucifora, A., Harrington, L., & Carboni, G. (2017).** Document of The World Bank Group INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION AND MULTILATERAL INVESTMENT GUARANTEE AGENCY COUNTRY PARTNERSHIP FRAMEWORK FOR THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL FOR THE PERIOD FY18-FY23.
- OECD. (2022).** OECD Economics Survey Chile. <https://doi.org/10-1787/311ec37e-en>
- Organización Internacional del Trabajo. (2019).** Estimación del empleo verde en la Argentina. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_750427.pdf
- Padilla, A. (2022).** ¿Crisis geopolítica en el mundo? (Parte II). <https://www.forbes.com.mx/crisis-geopolitica-en-el-mundo-parte-ii/>
- PWC. (2020).** Industrial manufacturing trends 2020.
- Redacción La Tinta. (2022).** Las incógnitas de una nueva (¿y futura?) constitución chilena. <https://latinta.com.ar/2022/09/incognitas-constitucion-chilena/>
- Río Sánchez, D., & Javier, F. (n.d.).** LA INSERCIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE EN LA ECONOMÍA MUNDIAL: IMPERATIVOS COMERCIALES. Retrieved October 12, 2022, from <https://old.aecr.org/web/congresos/1997/cts/comun/a1/01-089jj.pdf>
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020).** CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- Royal HaskoningDHV. (2019, April 22).** Driving efficiency through simulation. <https://global.royalhaskoningdhv.com/digital/projects/nissan-streamlines-manufacturing-with-digital-twins>
- Sanchez Trello, J. (2021).** Riesgos geopolíticos para México por polarización. <https://politica.expansion.mx/voces/2021/02/12/riesgos-geopoliticos-para-mexico-por-polarizacion>

- Santaeulalia, I. (2022).** La economía colombiana se prepara para echar el freno. <https://elpais.com/america-colombia/2022-08-25/la-economia-colombiana-se-prepara-para-echar-el-freno.html>
- Tellez, C. (2022).** Anticipan panorama favorable para la manufactura en 2022. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/2022/01/17/anticipan-panorama-favorable-para-la-manufactura-en-2022/>
- The Future of Jobs Report 2020. (2020).**
- UNEA. (2020).** Industria Manufacturera en México: Lo que debes saber. <https://unea.edu.mx/blog/index.php/industria-manufacturera-en-mexico/#:-:text=En%20M%C3%A9xico%20hay%20una%20gran,de%20alimentos%2C%20bebidas%20y%20tabacos.>
- United Nations, & Zhan, J. X. (2020).** World Investment Report 2020.
- WEF_FOJ_Executive_Summary_GenderGap. (n.d.).**
- World Bank. (2021).** World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org/>
- World Bank. (2022).** World Integrated Trade Solution. World Bank. <https://wits.worldbank.org/>
- World Bank, & OECD. (2021a).** Manufacturing, value added (% of GDP) - Latin America & Caribbean. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS?locations=ZJ>
- World Bank, & OECD. (2021b).** Manufacturing, value added (annual % growth) - Latin America & Caribbean. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.KD.ZG?locations=ZJ>
- World Bank, & OECD. (2021c).** Manufacturing, value added (current US\$) - Latin America & Caribbean. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.CD?locations=ZJ>
- Zupello, M. (2022).** La economía brasileña crece y baja la inflación, pero hay emergencia alimentaria y el hambre alcanza cada vez a más gente. <https://www.infobae.com/america/america-latina/2022/09/22/la-economia-brasilena-crece-y-baja-la-inflacion-pero-hay-emergencia-alimentaria-y-el-hambre-alcanza-cada-vez-a-mas-gente/>





CONTINUEMOS LA CONVERSACIÓN



idbinvest.org

-  idbinvest.org/linkedin
-  idbinvest.org/twitter
-  idbinvest.org/facebook
-  idbinvest.org/blog