

TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y EL AVANCE DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LAS EMPRESAS PERUANAS

BERTHA HAYDEÉ DÍAZ-GARAY

<https://orcid.org/0000-0002-8409-3210>

bdiaz@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú

MARIA TERESA NORIEGA-ARANIBAR

<https://orcid.org/0000-0001-6824-1415>

manorieg@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú

ABEL ANTONIO MARTIN REAÑO VERA

<https://orcid.org/0000-0002-9024-4986>

arvera@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú

RUTH VÁSQUEZ RIVAS PLATA

<https://orcid.org/0000-0003-4372-6015>

Rvasquez@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú

EDGARDO ROBERTO MONTERO SARMIENTO

<https://orcid.org/0000-0002-7803-9912>

Emontero@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú

PABLO ALBERTO ROJAS JAÉN

<https://orcid.org/0000-0002-9955-6740>

Projasj@ulima.edu.pe

Facultad de Ingeniería, Universidad de Lima, Perú

Recibido: 15 de enero del 2025 / Aceptado: 25 de marzo del 2025

doi: <https://doi.org/10.26439/interfases2025.n021.7706>

RESUMEN. La transformación digital y la industria 4.0 representan una revolución en los modelos de negocio, los procesos productivos y la gestión de la información, impulsada por tecnologías avanzadas. En este artículo se propone explorar la transformación digital en empresas peruanas desde la perspectiva de sus líderes. El alcance de la investigación fue de tipo exploratorio y descriptivo, con un enfoque mixto, y se identificó el avance

en el proceso de transformación digital de las organizaciones peruanas. Para la investigación se consideró una muestra de dieciocho grandes empresas de la región Lima y dos de la sierra. A través de una encuesta, se analizaron sus modelos de gestión, el talento humano, las metodologías y las tecnologías que utilizan. Los resultados revelaron que la madurez digital de una empresa está estrechamente vinculada al equipo humano, las metodologías digitales y las tecnologías que emplean. También se encontró que el impacto de la transformación digital depende en gran medida de la madurez digital y del talento de las personas involucradas. Las empresas que lideran este cambio lograron mejores resultados, especialmente en el enfoque hacia el cliente y la eficiencia en sus procesos. Las áreas clave en las que se aplican más las tecnologías digitales están en la toma de decisiones basada en datos, el aprendizaje colaborativo, la exploración de nuevas oportunidades digitales y la ciberseguridad.

PALABRAS CLAVE: impacto tecnológico / modelo de transformación digital / tecnologías digitales / mipymes peruanas / pymes peruanas

DIGITAL TRANSFORMATION AND THE ADVANCEMENT OF INDUSTRY 4.0 IN PERUVIAN COMPANIES

ABSTRACT. Digital transformation and Industry 4.0 represent a revolution in business models, production processes, and information management, driven by the development and application of advanced technologies. This study aimed to explore the state of digital transformation in Peruvian companies from the perspective of their leaders. The research had an exploratory and descriptive scope, with a mixed-methods approach, and focused on identifying the progress of digital transformation processes within organizations. A sample of 20 large companies was considered: 18 located in the Lima region and 2 in the highlands. Through a survey, their management models, human talent, methodologies, and technologies used were analyzed. The results revealed that a company's digital maturity is closely linked to its human capital, digital methodologies, and the technologies it employs. It was also found that the impact of digital transformation largely depends on the organization's digital maturity and the capabilities of the people involved. Companies leading this change have achieved better outcomes, particularly in customer focus and process efficiency. The key areas where digital technologies are most applied include data-driven decision-making, collaborative learning, the exploration of new digital opportunities, and cybersecurity.

KEYWORDS: technological impact / digital transformation model / digital technologies / Peruvian MSMEs / Peruvian SMEs

INTRODUCCIÓN

América Latina, debido a su entorno económico, acelera su crecimiento hacia el aumento de la productividad; lo que lleva a las empresas a agilizar el desarrollo de la digitalización empujadas en gran medida por las condiciones que suscitó la pandemia de COVID-19. Sin embargo, hay aspectos que todavía se deben trabajar, como el de fortalecer la relación universidad-empresa, disminuir la brecha digital, efectuar cambios en las estructuras de gestión, inversión, financiamiento, entre otros aspectos (Trujillo Valdiviezo et al., 2022). El problema no radica en la falta de tecnología en cada país, sino en la necesidad de consolidar una cultura digital que forme una comunidad fortalecida en la revolución 4.0. Para lograrlo, las empresas deben invertir en proyectos de innovación científica, lo que a su vez mejorará la economía del país (Soori et al., 2024).

Estudios indican que, en algunos sectores de América Latina, la difusión de tecnologías digitales ha tenido un impacto limitado en la productividad y la inclusión social, debido a la heterogeneidad estructural y la escasa presencia de industrias intensivas en conocimiento. Sin embargo, se han implementado acciones que han acumulado capacidades tecnológicas y organizativas para desarrollar esquemas de apoyo institucional y formar recursos humanos altamente calificados como nuevas oportunidades de negocio mediante la innovación, lo que puede transformar la realidad de los países de la región (Brixner et al., 2020).

De acuerdo con el índice de evolución digital de la *Harvard Business Review*, se reconoce que, en ciertos países de América Latina, como México, Colombia y Bolivia, existe una gran velocidad en la evolución de una innovación impulsada por la tecnología digital, mientras que Chile sobresale en temas de innovación y digitalización (Zalla, 2020). Adicionalmente, destacan Chile y Perú en el impacto en el escenario del emprendimiento para llegar a un desempeño superior (Romero Garibello et al., 2020). Colombia, desde el 2016, ya trabaja con un programa de transformación productiva para mejorar la competitividad de las empresas, mientras que Chile, desde el 2015, cuenta con un programa estratégico de industrias inteligentes (PEII) (Bongomin et al., 2020).

La transformación digital ha llevado a las empresas a cambiar su enfoque con el fin de usar tecnologías digitales y así mejorar su negocio. Por ello, como indican Gatica-Neira et al. (2024), es importante que el líder empresarial tenga conocimiento de transformación digital 4.0 y que cuente con un capital humano especializado y una cultura organizacional dispuesta a innovar. Flores et al. (2022) concluyeron que los gerentes digitales deben adaptar un pensamiento disruptivo y prospectivo, mirar hacia el futuro para encontrar en sus aliados tecnológicos conocimiento, recursos y prácticas para mejorar e innovar sus procesos. Borges et al. (2024) indicaron que la incorporación de metodologías y conceptos de transformación digital en las organizaciones son un soporte que impulsa la mejora de los procesos de gestión de la innovación.

Esta revolución industrial mundial se puede presenciar en diferentes formas e iniciativas. Por ejemplo, el Foro Económico Mundial ha logrado crear conciencia sobre el impacto de la transformación digital en más de 220 organizaciones en todo el mundo (Amaral & Peças, 2021). La transformación digital ha marcado una nueva etapa en el desarrollo industrial denominada industria 4.0, la cual incorpora la fabricación virtual para optimizar los procesos con datos en tiempo real y lograr tiempos de fabricación más cortos, mejor calidad y precios más competitivos (Soori et al., 2024). Así también, Çınar et al. (2021) establecieron la necesidad de un modelo de madurez para evaluar la adopción de la industria 4.0, por lo que definieron a este modelo como una herramienta que evalúa el nivel de desarrollo o preparación de una organización. En específico, evaluaron variables como la integración tecnológica, los sistemas de fabricación ágiles, el flujo de material continuo, la producción autónoma, los servicios basados en datos y el modelado digital.

En su modelo de maduración digital, Murat et al. (2021) describieron las tecnologías y herramientas de transformación digital a través de cuatro dimensiones: industria 4.0, logística 4.0, operaciones 4.0 y gestión 4.0. El objetivo de este modelo es aumentar la participación de la inteligencia artificial (IA) en los procesos de producción y crear fábricas inteligentes que sean más flexibles, adaptables y productivas (Dantas & Macêdo, 2021). Además, las tecnologías de transformación digital contribuyen en facilitar la sostenibilidad ambiental, económica y social de las empresas (Zafar & Alsabban, 2023).

Algunas organizaciones han iniciado la transformación digital optimizando su sitio web con un enfoque para mejorar la experiencia del usuario (*user experience*, UX), elevar la eficiencia, y reducir los costos de desarrollo y fomentar la innovación. Sin embargo, para su evaluación, es necesario e importante construir una cultura digital bajo el liderazgo de los altos ejecutivos y directivos, y hacer hincapié en estrategias, recursos humanos, tecnologías y gestión de sistemas (Delgado Fernández, 2020; Rocha-Jácome et al., 2022).

Según el estudio de Maliqueo et al. (2021), se evidenció que, en el campo de la gestión de recursos humanos, las tecnologías digitales tradicionales se utilizan principalmente para procesos operativos básicos a través del *software* de evaluación del desempeño, los sistemas de nómina y los beneficios sociales. Según Cazares (2023), algunas empresas en México han enfrentado dificultades que obstaculizaron su transformación digital, a pesar de los esfuerzos significativos para mejorar su eficiencia y capacidad de respuesta ante desafíos globales, porque la resolución de estos problemas recae en el Gobierno. Para introducir la excelencia operativa y la industria 4.0 en sus procesos, las empresas requieren un modelo estratégico que considere su madurez digital y proporcione una hoja de ruta; pero también es crucial gestionar eficazmente los recursos clave, como las tecnologías de la información (TI), las tecnologías operativas y los recursos humanos (Facchini et al., 2020; Rocha-Jácome et al., 2022).

Se cuentan también estudios relacionados con las mipymes (micro, pequeña y mediana empresa) y las pymes (pequeña y mediana empresa). Una encuesta a 49 gerentes de mipymes manufactureras peruanas identificó varios factores que afectan al desarrollo de tecnologías facilitadoras, como la falta de capacidad financiera para inversiones, tecnología avanzada, visión general y mano de obra cualificada (Vuksanović et al., 2020). No obstante, los resultados de una encuesta a 307 líderes empresariales en el Perú mostraron que la transformación digital y las competencias digitales influyen significativamente en la gestión digital de recursos humanos, a través de la promoción de prácticas sostenibles, lo que redefine la cultura organizacional (Espina-Romero et al., 2024). Cabe resaltar que la capacitación en habilidades digitales por sí sola no influye en el nivel de desarrollo de las pymes (Gonzalez-Tamayo et al., 2023).

Las pequeñas empresas (ventas anuales superiores a 150 UIT y hasta el monto máximo de 1700 UIT) y medianas empresas (ventas anuales superiores a 1700 UIT y hasta el monto máximo de 2300 UIT), generalmente, tienen una visión de corto plazo y están enfocadas en cumplir con sus clientes y superar las dificultades de mercado. Según Muñoz Moreira et al. (2020), es importante la transformación digital en las pymes para su crecimiento empresarial. Sin embargo, es necesario diseñar una buena planificación para su implementación, mediante el análisis y la definición de objetivos estratégicos. Rahamaddulla et al. (2021) proponen un modelo de preparación que incluye al hombre, la máquina, el método y la gestión para ayudar a las pequeñas y medianas empresas a cumplir con los requisitos de la fabricación inteligente y la industria 4.0.

Entonces, el propósito de esta investigación es explorar el avance de la transformación digital en las empresas peruanas, a través de las opiniones de sus líderes empresariales. El estudio buscó identificar los modelos de gestión, capacidades humanas, metodologías, herramientas y tecnologías digitales utilizadas en sus procesos. La justificación práctica de este estudio es que los resultados contribuirán a la toma de decisiones estratégicas y al diseño de políticas que fomenten una transición efectiva hacia la industria del futuro.

Asimismo, se definieron las siguientes hipótesis: la madurez digital y el equipo humano contribuyen al nivel de impacto de la transformación digital, así como el equipo humano, las metodologías digitales y las tecnologías habilitadoras influyen en la madurez digital. Se busca examinar el nivel de impacto de la transformación digital cuando se correlaciona con la madurez digital y el equipo humano, y comprobar la correlación entre la madurez digital y el equipo humano, las metodologías digitales y las tecnologías facilitadoras.

METODOLOGÍA

El alcance de la investigación fue de tipo exploratorio y descriptivo con un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) y se identificó el avance en el proceso de transformación digital de las organizaciones peruanas. Como instrumento se utilizó un cuestionario que permitió evaluar el avance a nivel de tres componentes importantes: modelo de gestión para la transformación digital, competencias del equipo humano y tecnologías digitales. Esto permitió explorar las expectativas de las empresas en relación con el tiempo de aplicación de herramientas digitales o tecnologías habilitadoras para lograr una transición al modelo de industria 4.0. También se llevó a cabo un estudio piloto a un grupo de empresas.

El cuestionario fue validado por cinco expertos en el tema. Las preguntas del cuestionario se organizaron en siete dimensiones: modelo de gestión, dimensiones digitales, madurez digital, capacidades del equipo humano, metodologías digitales, tecnologías habilitadoras, herramientas digitales y nivel de impacto. La descripción de cada una de ellas se muestra en la Tabla 1. Para ello, se realizó la validación alfa de Cronbach (George & Mallery, 2003).

Tabla 1

Validación alfa de Cronbach del instrumento de investigación

Dimensión	Descripción	Alfa de Cronbach	Interpretación
Modelo de gestión	1. La transformación digital en los negocios requiere un modelo de gestión que facilite e impulse el cambio. Indique el nivel de desarrollo de cada uno de los siguientes aspectos de la gestión de su empresa.	0,8921	Buena confiabilidad
Dimensiones digitales	2. Se identifican algunas dimensiones digitales clave en las organizaciones, las cuales se presentan a continuación. Califique el comportamiento de su organización en cada una de ellas.	0,8896	Buena confiabilidad
Madurez digital	3. Cuando una empresa ha logrado un alto nivel de madurez en transformación digital presenta algunas características específicas. Indique el nivel en el cual considera está su empresa en cada una de las características siguientes.	0,8640	Buena confiabilidad
Capacidades del equipo humano	4. Para que una organización impulse la transformación digital, es necesario lograr una transformación cultural y desarrollar competencias del equipo humano. Indique el nivel de habilidades y competencias que ha logrado desarrollar en su organización.	0,8696	Buena confiabilidad

(continúa)

(continuación)

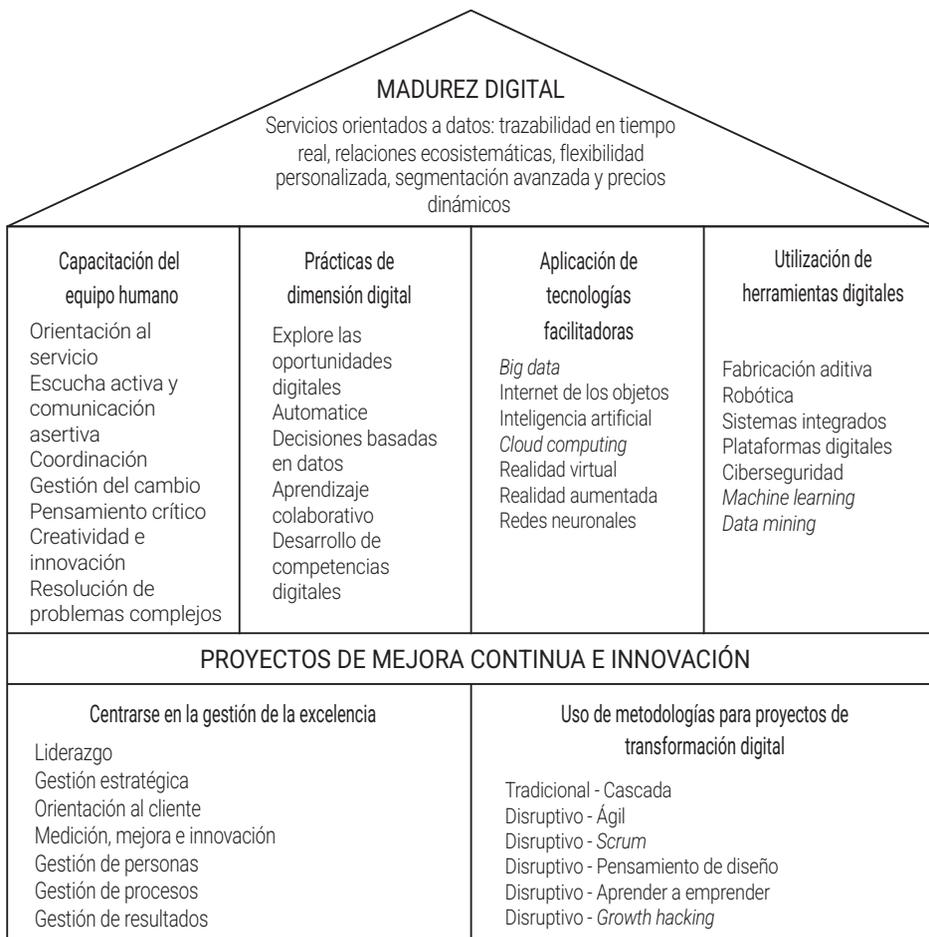
Dimensión	Descripción	Alfa de Cronbach	Interpretación
Metodologías digitales	6. ¿Qué metodologías está empleando en los procesos de su organización para los proyectos de transformación digital? Por favor, marque las respuestas que correspondan.	0,6315	Confiabilidad cuestionable
Tecnologías habilitadoras	7. ¿Qué tecnologías habilitadoras está utilizando su organización para los proyectos de transformación digital y cuál es su nivel de aplicación? Por favor, marque las respuestas que correspondan.	0,8084	Buena confiabilidad
Herramientas digitales	8. ¿Qué herramientas digitales está utilizando su organización para los proyectos de transformación digital y cuál es su nivel de aplicación? Por favor, marque las respuestas que correspondan.	0,7510	Confiabilidad aceptable
Nivel de impacto	11. ¿Cuál es el nivel de impacto de los resultados generados por la transformación digital? Califique el nivel de impacto con la escala (básico, intermedio, avanzado).	0,9074	Confiabilidad excelente

El cuestionario se aplicó a 35 empresas peruanas, de las cuales un 70,58 % de ellas fueron medianas y grandes; el resto (29,41 %) fueron micro y pequeñas empresas. Las preguntas abarcaron ítems como el modelo de gestión para la transformación digital, competencias del equipo humano, tecnologías digitales, avances en la implementación de transformación digital y proyección hacia la industrial 4.0.

Para la comprobación de las hipótesis planteadas, se requirió de los datos resultantes del cuestionario y se utilizó la prueba estadística de regresión múltiple, con los cuales se halló el valor de p y los intervalos de confianza. Para el análisis de las características de las organizaciones que tienen un avance en la transformación digital del negocio, se consideró solamente a veinte empresas categorizadas como gran empresa, las que contestaron cada una de las preguntas. Asimismo, se esbozó un esquema de presentación de las variables objeto de análisis en este estudio, tal y como se muestra en la Figura 1. Para la digitalización de los datos se utilizó Excel y para el procesamiento estadístico Minitab 21 para determinar la correlación o relación entre tales variables. La significación estadística se determinó a través de la regresión lineal múltiple.

Figura 1

Presentación de variables de la transformación digital



RESULTADOS

Se aplicó la calificación a cada una de las veinte empresas (gran empresa de ventas anuales superiores a 2300 UIT) y se encontraron los resultados expuestos en el Anexo 1. En la revisión sistemática de la literatura, no se ha encontrado material acerca de modelos explicativos sobre la madurez digital en las empresas, de tal forma que puedan replicarse en esta investigación, por lo que se decidió realizar una exploración sobre estas variables respuesta y medir su contribución significativa a la madurez digital.

Contribución significativa al nivel de impacto en la empresa

Para determinar la contribución al nivel de impacto en la empresa, se empleó la regresión lineal múltiple paso a paso y se detectaron dos variables: madurez digital y el equipo humano.

$$\hat{y} = -9,09 + 0,506 X_1 + 0,631 X_2$$

En la Tabla 2, se presentan los niveles de significación alcanzados por los predictores del modelo, tanto de la madurez digital como del equipo humano (valor p menor que 0,05). Asimismo, la significancia alcanzada del modelo estimado fue 0,001 (menor que 0,05).

Tabla 2

Coefficientes de regresión estimados y significación alcanzada

Coeficientes de regresión					
Término	Coef.	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-9,090	3,900	-2,33	0,032	
Madurez digital	0,506	0,230	2,20	0,042	1,08
Equipo humano	0,631	0,202	3,12	0,006	1,08
Varianza del modelo de regresión múltiple					
Fuente	GL	SC ajust.	MC ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	173,27	86,636	9,84	0,001
Error	17	149,68	8,805		
Total	19	322,95			

También se determinó que el porcentaje de variación del nivel de impacto explicado por los predictores del modelo fue del 53,65 % (coeficiente de determinación), con lo que se alcanzó un nivel explicativo moderado.

Contribución significativa a la madurez digital en la empresa

Se utilizó regresión lineal múltiple paso a paso para identificar las variables que contribuyen significativamente a la madurez digital. Se encontraron tres: equipo humano, metodologías digitales y tecnologías habilitadoras.

$$\widehat{X}_1 = 14,24 - (0,401)X_2 + (0,506)X_3 + (0,3622)X_4$$

En la Tabla 3, se presentan los niveles de significación de los predictores del modelo: equipo humano, metodologías digitales como tecnologías habilitadoras, todos significativos (valor p menor que 0,05). Asimismo, la significancia alcanzada del modelo estimado fue 0,000 (menor que 0,05).

Tabla 3

Coefficientes de regresión estimados y significación alcanzada

Coefficientes de regresión estimados					
Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	14,2400	2,3200	6,13	0,000	
Equipo humano	-0,4010	0,1540	-2,61	0,019	1,87
Metodologías digitales	0,5060	0,1800	2,80	0,013	1,58
Tecnologías habilitadoras	0,3622	0,0924	3,92	0,001	2,27
Varianza del modelo de regresión múltiple					
Fuente	GL	SC ajust.	MC ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	131,79	43,930	14,90	0,000
Equipo humano	1	20,05	20,052	6,80	0,019
Metodologías digitales	1	23,19	23,187	7,87	0,013
Tecnologías habilitadoras	1	45,32	45,320	15,38	0,001
Error	16	47,16	2,947		
Total	19	178,95			

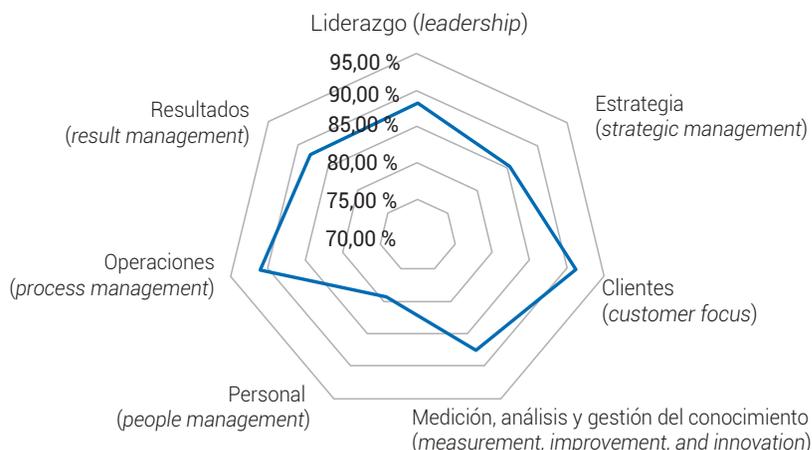
Se determinó que el porcentaje de variación de la madurez digital explicado por los predictores del modelo fue del 73,65 %, lo que indica un buen nivel explicativo.

Modelo de gestión de las empresas

Para esta muestra de gran empresa —según el artículo 5 de la Ley 30056 del 2 de julio del 2013, aquellas que declaran ventas anuales superiores a 2300 UIT—, se consideraron los criterios del modelo de excelencia en la gestión del Centro de Desarrollo Industrial (2025), aplicados a empresas que están implementando la transformación digital. Aquellos aspectos que tuvieron mayor nivel de desarrollo fueron la orientación al cliente y la gestión por procesos, tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Nivel de desarrollo del modelo de gestión



Sobre la transformación digital en las empresas

Las respuestas sobre las características específicas que desarrollan las empresas para alcanzar un alto nivel de madurez en transformación digital se consolidaron (sumando el porcentaje en niveles intermedio y avanzado) en la gestión y administración de la información. Se resaltan la trazabilidad y gestión en tiempo real (85 %), la flexibilidad y personalización (80 %) y la segmentación basada en análisis de datos (80 %). En cuanto a las principales barreras para la transformación digital, estas son el desconocimiento o falta de entendimiento de las tecnologías, la inexistencia de una cultura digital del equipo humano y la falta de capacidades para desarrollar y supervisar estos proyectos.

Respecto al impacto de la transformación digital en los resultados del negocio, el 65 % de los encuestados manifestó que se tiene un impacto positivo que se situó entre intermedio y avanzado en los resultados comerciales y organizacionales; mientras que el 60 % manifestó la existencia de impactos a nivel financiero, operativo y organizacional.

Sobre el equipo humano

Con respecto a las competencias del equipo humano (nivel intermedio y avanzado), destaca la coordinación y también la orientación al servicio, la escucha activa y comunicación asertiva, y la resolución de problemas complejos. Con referencia a las dimensiones digitales clave, se identificó que siempre —o la mayoría de las veces— utilizan la toma de decisiones basadas en datos, fomentan el aprendizaje colaborativo, exploran abiertamente las oportunidades digitales y aplican la ciberseguridad. Los encuestados mencionaron varias dificultades en su proceso de transformación digital, como la resistencia al cambio hacia una cultura organizacional digital, el

desconocimiento de nuevas tecnologías, las dificultades de acceso a líneas de financiamiento, así como la reducción de presupuesto por problemas de la pandemia.

Sobre las metodologías y tecnologías habilitadoras

Dentro de las metodologías aplicadas en sus procesos (tales como cascada, *agile*, *scrum*, *design thinking*, *lean start up* y *growth hacking*), destacó la metodología tradicional en cascada, tanto en procesos operativos (39 %), de soporte (46 %) y estratégicos (41 %). Sin embargo, se reconoce la existencia de metodologías como *agile*, principalmente en procesos de soporte (25 %) y *design thinking* en estratégicos (26 %).

En tecnologías habilitadoras, destacó que el 95 % de las empresas ya aplicaba el *cloud computing* en proyectos de transformación digital (nivel prueba, desarrollo, completada, o expansión a toda la organización), seguido del internet de las cosas (60 %) y *big data* (55 %). Por el contrario, otras tecnologías alcanzaron niveles menores al 35 % (*blockchain*, realidad virtual, realidad aumentada, redes neuronales), como se muestra en la Tabla 4.

En cuanto a las herramientas digitales, las empresas confirmaron el uso de plataformas tecnológicas en sus proyectos de transformación digital, ya sea de manera integral o en procesos de expansión. Entre las plataformas utilizadas por la totalidad de las empresas, se encuentran Zoom, Microsoft Teams, Google Meet y de comercio electrónico (*e-commerce*). Así también, el 90 % de las empresas tienen implementadas tecnologías de ciberseguridad; un 60 % de ellas aseguró trabajar con robótica, minería de datos y aprendizaje automático. Finalmente, se registró una disminución en el uso de manufactura aditiva y sistemas embebidos (40 %).

Tabla 4

Porcentajes del nivel de aplicación de herramientas digitales y tecnologías habilitadoras

		Ninguna aplicación	Prueba	Desarrollo	Completada	Expansión	Suma horizontal
Tecnología de apoyo	Cloud computing	5	20	40	10	25	100
	Internet de las cosas	40	20	25	5	10	100
	Big data	45	10	30	5	10	100
	Blockchain	65	5	20	5	5	100
	Realidad virtual	70	15	5	5	5	100
	Realidad aumentada	75	10	0	5	10	100
	Redes neuronales	75	10	10	0	5	100
Herramientas digitales	Plataformas digitales (Zoom, Team, Meet, e-commerce u otros)	0	0	0	60	40	100
	Ciberseguridad	10	10	15	35	30	100
	Data mining	40	10	25	15	10	100
	Robótica	40	15	15	20	10	100
	Machine learning	40	20	15	15	10	100
	Manufactura aditiva (impresión 3D)	60	5	15	15	5	100
	Sistemas embebidos	60	15	5	15	5	100

Nota. Los colores corresponden a un mapa de calor o mapa Kelvin. Los tonos hacia el rojo reflejan un menor uso, mientras que los tonos hacia el verde indican un mayor uso o aplicación de las herramientas digitales y tecnologías habilitadoras.

Para iniciar la transición hacia el modelo industria 4.0 en las empresas, se recomienda lo siguiente: alta motivación del personal de soporte y su participación en los proyectos, una buena planificación con asesoría de especialistas, identificación de colaboradores con una cultura digital para integrarlos a los proyectos y aplicación de soluciones digitales y automatización de procesos.

DISCUSIÓN

El estudio realizado por Miñan et al. (2023) concluyó que varias organizaciones latinoamericanas han aprovechado los modelos de transformación digital para impulsar la innovación, mejorar la competitividad, optimizar procesos, mejorar la experiencia del cliente y la sostenibilidad en el mercado. Del mismo modo, en los resultados de este estudio de empresas peruanas, el impacto de la transformación digital presentó un impacto positivo en los resultados comerciales, operativos y organizacionales.

Barrios et al. (2022) analizaron la información de la encuesta de transformación digital realizada por la Asociación Nacional de Industriales de Colombia (ANDI) e identificaron los retos que enfrentan las empresas en la transición de un modelo tradicional a uno digital. Además, mostraron que los factores que más influían eran el presupuesto para actividades digitales, la ausencia de una cultura digital, el desarrollo de habilidades digitales y la falta de un modelo de negocio digital. El estudio de Trujillo-Valdiviezo et al. (2021), realizado en Eslovenia, también destacó la insuficiencia de conocimientos, habilidades y competencias del equipo humano en materia de transformación digital. Las situaciones expresadas en estas investigaciones también se han reflejado en los resultados de este estudio sobre empresas peruanas.

Maliqueo et al. (2021) realizaron una encuesta a 91 representantes de empresas chilenas e identificaron barreras a la innovación en transformación digital en el área de gestión de personas. Sin embargo, el 82 % reportó incorporar tecnologías en evaluación de desempeño, reclutamiento, remuneración y capacitación, pero, debido a los altos costos y la falta de conocimiento, no han aplicado tecnologías más sofisticadas en sus procesos o proyectos. El estudio mostró que las empresas peruanas utilizan la tecnología digital para la coordinación del trabajo, la toma de decisiones, la formación y el control de las operaciones. Además, la tecnología digital se utiliza para el trabajo a distancia y los modelos de ciberseguridad.

Espinosa-Vélez & Armijos-Buitrón (2022) han señalado que el COVID-19 ha acelerado la digitalización en las empresas ecuatorianas. Sin embargo, aún existe un importante potencial de innovación y transformación digital en toda la cadena de valor para aumentar la competitividad y mantener la posición en el mercado. Por ello, se recomienda implementar estrategias enfocadas en la automatización y la experiencia del cliente, así como estrategias de gestión del cambio para potenciar las tecnologías como habilitadoras de la propuesta de valor. En cuanto a las empresas peruanas consideradas en este estudio, el 45 % de las grandes empresas declaró haber invertido menos del 1 % en los últimos cinco años. Sin embargo, el 10 % ha invertido más del 5 % de sus ventas en proyectos de transformación digital. En promedio, el 60 % planea invertir entre el 1 % y el 4 % de sus ventas en proyectos de transformación digital el próximo año, y solo el 5 % planea invertir más del 5 %.

CONCLUSIONES

En la muestra de veinte grandes empresas peruanas encuestadas, se observa un importante avance en su transformación digital como transición al modelo 4.0. Sobre sus expectativas para los próximos dos años, un 30 % indicó que implementará operaciones inteligentes y un 25 % trabajará con servicios guiados por datos. Además, entre tres y cinco años, aproximadamente 40 % al 65 % de estas empresas esperan aplicar herramientas digitales o tecnologías habilitadoras en fabricación inteligente, productos inteligentes, operaciones inteligentes y servicios guiados por datos.

Es destacable reconocer que aún las tecnologías disruptivas (metodologías ágiles) no son empleadas mayoritariamente en las empresas, por lo que se mantiene el enfoque tradicional de proyectos en cascada. *Cloud computing* es la primera tecnología habilitadora en expansión en las empresas, lo que da una idea de que el primer paso hacia un proceso de transformación digital es virtualizar los servicios tecnológicos para tenerlos disponibles las veinticuatro horas. En segundo lugar, se encuentra en desarrollo el internet de las cosas, que consiste en conectar dispositivos como sensores o cámaras que ejecuten acciones basadas en dicha información, así como *big data*, que se utiliza para el manejo y gestión de información masiva proveniente de diferentes fuentes de datos.

En cuanto a las barreras para la transformación digital, el desconocimiento o falta de entendimiento de las tecnologías fue una de las barreras principales; en un segundo lugar, la falta de capacidades para desarrollar y supervisar estos avances; y, en tercer lugar, la falta de una cultura digital en el equipo humano. Es importante remarcar que la transformación digital es un proceso dinámico que no solo consiste en la adquisición de herramientas digitales, sino que requiere del desarrollo de habilidades digitales de los colaboradores para generar valor, y un proceso de adaptación de las culturas en los clientes externos e internos.

Es importante destacar que la encuesta realizada entre febrero y agosto del 2022, no tomó en cuenta la herramienta digital ChatGPT ni las tecnologías habilitadoras de IA, que han sido de conocimiento y despliegue masivo desde finales del 2022. Creemos que las ventajas de la IA impulsarán aún más el despliegue de la transformación digital a nivel mundial.

El análisis mostró una interesante correlación entre la madurez digital y el equipo humano, las metodologías digitales y las tecnologías habilitadoras. Asimismo, el nivel de impacto de la transformación digital estaría correlacionada con la madurez digital y el equipo humano. Estos dos resultados refuerzan la conclusión de la importancia del desarrollo del equipo humano para impulsar la transformación digital y el avance de la industria 4.0 en las organizaciones.

Finalmente, el estudio se realizó con un número limitado de empresas, principalmente grandes empresas, y ofrece una visión global de la transformación digital hacia la industria 4.0 en el Perú. Esto deja abierta la posibilidad de investigar por sectores para conocer su desarrollo.

REFERENCIAS

- Amaral, A., & Peças, P. (2021). A framework for assessing manufacturing SMEs industry 4.0 maturity. *Applied Sciences*, 11(13), 6127. <https://doi.org/10.3390/app11136127>
- Barrios, I., Niebles, L., & Niebles, W. (2022). Análisis de la transformación digital de las empresas en Colombia: dinámicas globales y desafíos actuales. *Aglala*, 12(1), 129-141. <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/1864>
- Bongomin, O., Oyondi, E., Ramadhani, M., Hitiyise, E., & Tumusiime, G. (2020). Sustainable and dynamic competitiveness towards technological leadership of industry 4.0: Implications for East African community. *Journal of Engineering*, 2020(1), artículo 8545281. <https://doi.org/10.1155/2020/8545281>
- Borges, R. P., Bitte, M. F., Adorno, O. do A., & Nascimento, P. T. de S. (2024). Digital transformation as a driver of innovation management in established companies. *International Journal of Innovation*, 12(2), e25910. <https://doi.org/10.5585/2024.25910>
- Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., Suárez, D., & Yoguel, G. (2020). Back to the future. Is industry 4.0 a new tecno-organizational paradigm? Implications for Latin American countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 29(7), 705-719. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1719642>
- Cazares, I. (2023). Impacto de factores exógenos en la transformación digital de las empresas. *Espacios*, 43(8), 73-87. <https://doi.org/10.48082/espacios-a23v44n08p06>
- Çınar, Z. M., Zeeshan, Q., & Korhan, O. (2021). A framework for industry 4.0 readiness and maturity of smart manufacturing enterprises: A case study. *Sustainability*, 13(12), 6659. <https://doi.org/10.3390/su13126659>
- Centro de Desarrollo Industrial. (2025). *Modelo de excelencia en la gestión. Bases 2025*. <https://www.cdi.org.pe/bases-pnc>
- Dantas, R., & Macêdo, S. (2021). The effect of islands of improvement on the maturity models for industry 4.0: The implementation of an inventory management system in a beverage factory. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 18(3), 1-17. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2021.011>

- Delgado Fernández, T. (2020). Digital transformation taxonomy. *Cuban Magazine of Digital Transformation*, 1(1), 04-23. <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/62>
- Espinosa-Vélez, M.-P., & Armijos-Buitrón, V.-A. (2022). *Digital transformation and its impact on e-commerce in Ecuador*. En N. Callaos, J. Horne, E. F. Ruiz-Ledesma, N. Sánchez & A. Tremante (Eds.), *Memorias de la Décima Segunda Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética* (pp. 169-174). <https://doi.org/10.54808/CICIC2022.01.169>
- Espina-Romero, L., Ríos, D., Gutiérrez, H., Peixoto, E., Arias-Montoya, F., Noroño-Sánchez, J., Talavera-Aguirre, R., Ramírez, J., & Vilchez, R. (2024). The role of digital transformation and digital competencies in organizational sustainability: A study of SMEs in Lima, Peru. *Sustainability*, 16(16), 6993. <https://doi.org/10.3390/su16166993>
- Flores, J., Urbano, C., & Zúñiga, I. (2022). Habilidades directivas que requieren los gerentes de empresas que operan en entornos digitales. *Semillas del Saber*, 1(1), 35-42. <https://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/semillas/article/view/426>
- Facchini, F., Oleśków-Szłapka, J., Ranieri, L., & Urbinati, A. (2020). A maturity model for logistics 4.0: An empirical analysis and a roadmap for future research. *Sustainability*, 12(1), 86. <https://doi.org/10.3390/su12010086>
- Gatica-Neira, F., Ramos-Maldonado, M., Ascuá, R., Revale, H., & Fernández, V. (2024). Digital technologies 4.0 in small and medium-sized manufacturing industries: Cases of the central region of Argentina and the Biobío region of Chile. *SAGE Open*, 14(2). <https://doi.org/10.1177/21582440241249285>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (4.ª ed.). Allyn & Bacon.
- Gonzalez-Tamayo, L., Maheshwari, G., Bonomo-Odizzio, A., Herrera-Avilés, M., & Krauss-Delorme, C. (2023). Factors influencing small and medium size enterprises development and digital maturity in Latin America. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100069>
- Ley 30056 del 2013. Por la cual se establece la "Ley que modifica diversas leyes para facilitar la inversión, impulsar el desarrollo productivo y el crecimiento empresarial". 2 de julio de 2013. Diario Oficial El Peruano. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3017949/Ley%2030056.pdf?v=1649882208>
- Maliqueo, C., González, J., Mardones, R., & Ardiles, M. (2021). Gestión de personas y las barreras para innovar en la transformación digital. *Revista Venezolana de*

Gerencia, 26(94), 510-532. <https://www.redalyc.org/journal/290/29069612003/html/>

- Miñan, G., Pacheco, E., Rivas, M., Pulido L., & Contreras, L. (2023). Digital transformation in Latin America: A systematic literature review between 2019-2023. *International Journal of Applied Engineering and Technology*, 5(3), 25-32. <https://romanpub.com/resources/ijaet%20v5-3-2023-04.pdf>
- Muñoz Moreira, M. J., Vaca Ortega, M. C., Mina Palacios, E. B., & Torres Panezo, M. S. (2020). Claves para la transformación digital de las pymes. *Visionario Digital*, 4(1), 67-80. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i1.1101>
- Murat, Z., Zeeshan, Q., & Korhan, O. (2021). A framework for industry 4.0 readiness and maturity of smart manufacturing enterprises: A case study. *Sustainability*, 13(12), 6659. <https://doi.org/10.3390/su13126659>
- Rahamaddulla, S., Leman, Z., Baharudin, B., & Ahmad, S. (2021). Conceptualizing smart manufacturing readiness-maturity model for small and medium enterprise (SME) in Malaysia. *Sustainability*, 13(17), 9793. <https://doi.org/10.3390/su13179793>
- Rocha-Jácome, C., González, R., Muñoz, F., Guevara-Cabezas, E., & Hidalgo, E. (2022). Industry 4.0: A proposal of paradigm organization schemes from a systematic literature review. *Sensors*, 22(1), 66. <https://doi.org/10.3390/s22010066>
- Romero Garibello, J. R., Barbosa Guerrero, L. M., & Martínez Amado, W. (2020). La IoT: una nueva ventana de oportunidad para pymes latinoamericanas en tiempos de la COVID-19. *Reto*, 8(1), 53-66. <https://doi.org/10.23850/reto.v8i1.2931>
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2024). Virtual manufacturing in industry 4.0: A review. *Data Science and Management*, 7(1), 47-63. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2023.10.006>
- Trujillo-Valdiviezo, G., Rodríguez-Alegre, L., Sunohara-Ramírez, P., & Sunohara-Ramírez, D. (2021). Tecnologías emergentes. ¿Una realidad u utopía en Peru? *Koinonía*, 6(1), 163-178. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i1.1221>
- Trujillo Valdiviezo, G., Rodríguez Alegre, L., Mejía Ayala, D., & López Padilla, R. (2022). Transformación digital en América Latina: una revisión sistemática. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(100), 1519-1536. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.100.15>
- Vuksanović, I., Kuč, V., Mijušković, V., & Herceg, T. (2020). Challenges and driving forces for industry 4.0 implementation. *Sustainability*, 12(10), 4208. <https://doi.org/10.3390/su12104208>

- Zafar, M., & Alsabban, A. (2023). Industry-4.0-enabled digital transformation: Prospects, instruments, challenges, and implications for business strategies. *Sustainability*, 15(11), 8553. <https://doi.org/10.3390/su15118553>
- Zalla, R. (2020). Industrial revolution 4.0: Where are we going? *Boletín Informativo del Grupo de Jóvenes Investigadores*, 2(8), 15-18. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/103050>

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de la calificación por criterios en cada una de las empresas

Empresas	Modelo de gestión	Dimensiones digitales	Madurez digital	Capacidades del equipo humano	Metodologías digitales	Tecnologías habilitadoras	Herramientas digitales	Nivel de impacto
1	18	23	15	19	6	17	17	9
2	12	10	7	14	0	1	6	4
3	16	14	10	16	4	3	9	5
4	15	18	12	16	2	4	9	10
5	18	17	11	16	6	6	11	9
6	12	25	13	16	7	9	16	2
7	18	24	7	18	1	3	9	3
8	19	19	13	16	3	1	7	4
9	15	23	13	15	4	7	18	13
10	14	16	12	16	0	6	10	10
11	0	11	8	15	1	3	6	6
12	15	16	12	19	6	3	8	10
13	20	27	17	23	7	21	26	15
14	17	19	13	21	4	9	11	12
15	14	14	8	14	0	0	6	0
16	21	20	10	22	7	7	13	10
17	9	13	17	9	6	5	9	4
18	20	27	16	23	6	23	22	12
19	15	18	12	18	5	6	10	11
20	17	22	15	21	9	12	19	10
Máximo	21	28	18	27	18	28	28	15