

Universidad Andina Simón Bolívar
Sede Ecuador

Área de Gestión

Maestría en Estrategia y Transformación Digital

**Nivel de madurez digital en la adopción de TIC en medianas y grandes
empresas del Ecuador:
Propuesta de un índice compuesto**

Miryan Paola Llumiquinga Ñato
Tutor: Diego Raza Carrillo

Quito, 2026



Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Miryan Paola Llumiquinga Ñato, autora del trabajo intitulado “Nivel de madurez digital en la adopción de TIC en medianas y grandes empresas del Ecuador: Propuesta de un índice compuesto”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Estrategia y Transformación Digital en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 24 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

21 de septiembre de 2026

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Miryan LL", enclosed within a blue oval scribble.

Resumen

La presente investigación utiliza información de la encuesta nacional estructural empresarial (ENESEM) 2023 con el objetivo de construir un índice compuesto para medir el nivel de madurez digital en la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en medianas y grandes empresas del Ecuador. El estudio se fundamenta en el modelo multidimensional de adopción de TIC propuesto por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), que contempla cinco dimensiones: comunicación digital, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. Debido a la coexistencia de variables binarias y numéricas, los indicadores fueron normalizados en una escala de 0 a 1 y posteriormente agregados mediante promedios simples para construir cada dimensión. El índice global se calculó utilizando ponderaciones derivadas de una consulta a expertos. Su validez se sustentó en la fundamentación teórica del modelo, la trazabilidad conceptual de los indicadores y la validación de contenido mediante juicio experto; adicionalmente, el Alpha de Cronbach y el análisis factorial exploratorio se emplearon como evaluaciones complementarias de la coherencia estadística del instrumento. Los resultados evidencian diferencias en los niveles de madurez digital en la adopción de TIC según tamaño de empresa y sector económico. Las grandes empresas presentan niveles superiores respecto a las medianas, destacándose particularmente los sectores de servicios y manufactura, minería y construcción. Asimismo, las dimensiones asociadas con comunicación digital, integración interna e integración con clientes registran mayores niveles de desarrollo, mientras que la integración interorganizacional e integración estratégica muestran menores niveles de adopción, especialmente en aspectos relacionados con cooperación tecnológica, capacitación especializada e inversión en tecnologías emergentes. En conjunto, la investigación aporta una herramienta metodológica para medir de forma estructurada y comparable la madurez digital en la adopción de TIC a partir de información estadística oficial.

Palabras clave: transformación digital, tecnologías de la información y comunicación, adopción tecnológica, madurez digital, empresas ecuatorianas e índice compuesto

A mi papito Gustavo, gracias por cuidarme y guiarme desde el cielo; tu amor y ejemplo han iluminado cada paso de mi camino.

A mi mamita, a mis hermanas y a mi hermano, por creer en mí, apoyarme incondicionalmente y ser mi fortaleza en cada momento.

A mi amado Jorgito, por ser mi refugio seguro, mi compañero de vida y la motivación constante para seguir adelante.

A mis queridos sobrinos, Romina, Luis, Alison y Ezequiel, gracias por llenar mis días de alegría, ternura y sonrisas con cada una de sus ocurrencias.

A mi Zhizhui, por acompañarme fielmente en las largas noches de desvelo y durante mis horas de estudio.

A mis queridas Cris y Martita, por su cariño, su cuidado y por estar siempre pendientes de mí.

Y a todas las personas que han formado parte de mi vida, que han confiado en mí y me han acompañado tanto en los momentos difíciles como en los de felicidad y éxito. Este logro también les pertenece.

Agradecimientos

A la Universidad Andina Simón Bolívar, sede Ecuador, mi segundo hogar, por brindarme la oportunidad de continuar mi formación académica y profesional. Durante este proceso comprendí el verdadero valor del conocimiento al servicio de la sociedad y reafirmé mi compromiso con la educación y el desarrollo institucional.

A la Dirección General Académica, donde desempeñé mis funciones, por constituir un espacio de aprendizaje y crecimiento profesional que me ha permitido fortalecer mis capacidades y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de esta etapa.

A mi tutor, Diego Raza, por su paciencia, orientación y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento, confianza y disposición fueron fundamentales para la culminación de este trabajo, por lo que le expreso mi profunda gratitud y admiración.

Finalmente, agradezco a las autoridades, docentes, personal administrativo y colaboradores de la Universidad por su apoyo, disposición y guía a lo largo de este proceso. Su compromiso con la excelencia académica y la formación integral ha contribuido de manera significativa a mi crecimiento profesional y personal.

Tabla de contenidos

Figuras y tablas	13
Introducción.....	15
Capítulo primero: Revisión de la literatura y marco teórico	19
1. Enfoques organizacionales y paradigmas de gestión	19
2. Transformación digital y adopción de tecnologías de información y comunicación (TIC).....	23
3. Modelos de madurez digital	26
4. Índices compuestos y modelos de adopción de TIC.....	35
5. Experiencias de medición de adopción de TIC en América del Sur y Ecuador.....	42
Capítulo segundo: Metodología de investigación	49
1. Tipo de estudio y enfoque metodológico	49
2. Fuente de datos y variables.....	50
3. Criterios de agrupación y estructura de indicadores.....	51
4. Codificación y orientación de indicadores	52
5. Normalización de indicadores	53
6. Construcción de subíndices por dimensión	53
7. Construcción del índice global	54
8. Escalamiento e interpretación del índice	55
9. Evaluación complementaria de consistencia interna mediante el Alfa de Cronbach.....	56
10. Evaluación complementaria de la validez de constructo mediante análisis factorial exploratorio (AFE)	57
Capítulo tercero: Resultados y discusión	59
1. Caracterización general de las empresas analizadas.....	59
2. Resultados de cada dimensión por sector económico y tamaño de empresa.....	61
2.1. Dimensión 1: Comunicación digital (uso básico de TIC)	61
2.2. Dimensión 2: Integración Interna	65
2.3. Dimensión 3: Integración con los clientes.....	68
2.4. Dimensión 4: Integración interorganizacional	72

2.5. Dimensión 5: Integración estratégica (Capacidades y alineación para la transformación digital)	76
3. Construcción y validación del índice compuesto	81
3.1. Análisis de sensibilidad de las ponderaciones.....	83
3.2. Evaluación complementaria de la consistencia interna y estructura estadística del índice compuesto	85
3.3. Análisis del índice compuesto de madurez digital	88
Conclusiones.....	96
Lista de referencias	100
Anexos.....	110

Figuras y tablas

Figura 1. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de comunicación digital	63
Figura 2. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración interna	66
Figura 3. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración con los clientes	69
Figura 4. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración interorganizacional	73
Figura 5. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración estratégica	78
Figura 6. Distribución del índice compuesto de madurez digital según tamaño de empresa	90
Figura 7. Distribución del índice compuesto de madurez digital en grandes empresas según sector económico	91
Figura 8. Distribución del índice compuesto de madurez digital en medianas empresas según sector económico	91
Figura 9. Distribución porcentual de empresas según nivel de madurez digital, tamaño de empresa y sector económico	93
 Tabla 1. Síntesis de los principales modelos de madurez digital identificados en la literatura	 34
Tabla 2. Variables que conforman la Dimensión 1	61
Tabla 3. Variables que conforman la Dimensión 2	65
Tabla 4. Variables que conforman la Dimensión 3	69
Tabla 5. Variables que conforman la Dimensión 4	72
Tabla 6. Variables que conforman la Dimensión 5	76
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de inversión en TIC en las empresas analizadas	77
Tabla 8. Pesos normalizados de las dimensiones del índice compuesto	83
Tabla 9. Análisis de sensibilidad del índice compuesto frente a cambios en el esquema de ponderación	84

Tabla 10. Resultados de consistencia interna de las dimensiones del índice compuesto	86
Tabla 11. Resultados globales del análisis factorial exploratorio	87
Tabla 12. Niveles de interpretación del índice compuesto de madurez digital	89
Tabla 13. Estadísticos descriptivos del índice compuesto según tamaño de empresa y sector económico	90

Introducción

La literatura sobre sistemas de información y adopción tecnológica evidencia que los estudios orientados a medir la madurez digital en la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) continúan siendo limitados en economías en desarrollo (Senna et al. 2023; Zou et al. 2024). Aunque la investigación sobre adopción tecnológica y transformación digital ha crecido significativamente en los últimos años, gran parte de los estudios se ha concentrado en países desarrollados o en contextos empresariales específicos, utilizando frecuentemente enfoques parciales o indicadores unidimensionales (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022; Oloyede et al. 2023). Esta situación dificulta el análisis sistemático de los distintos niveles de adopción e integración de TIC en economías emergentes caracterizadas por brechas tecnológicas, organizacionales y sectoriales persistentes (OECD 2019).

Por otra parte, la acelerada evolución de las tecnologías digitales y el fortalecimiento de procesos asociados con conectividad, comercio electrónico y digitalización de operaciones empresariales han modificado la manera en que las organizaciones incorporan e integran las TIC dentro de sus actividades productivas y administrativas (ONUDI 2021). En consecuencia, diversos autores sostienen que muchos enfoques tradicionales de medición resultan insuficientes para capturar los distintos niveles de adopción e integración de TIC dentro de las organizaciones (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022; Hanelt et al. 2021). En esta línea, estudios recientes señalan que la adopción de TIC constituye un proceso progresivo y multidimensional que involucra diferentes niveles de integración organizacional y aprovechamiento tecnológico (Teichert 2019; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

En el caso ecuatoriano, a pesar de la existencia de iniciativas institucionales y estudios orientados a diagnosticar la incorporación de TIC en las empresas, estos se han caracterizado principalmente por enfoques descriptivos o sectoriales, sin desarrollar instrumentos sintéticos que permitan medir y comparar de manera objetiva la madurez digital en la adopción de TIC (BID 2024; PNUD 2023). En particular, no se identifican estudios que construyan un índice compuesto de madurez digital específico para medianas y grandes empresas, pese a su relevancia dentro de la estructura productiva nacional.

Por otro lado, el país dispone de fuentes estadísticas oficiales, como la encuesta estructural empresarial (ENESEM) del INEC, que recopilan información relacionada con infraestructura TIC, conectividad, comercio electrónico, capacitación digital, inversión tecnológica y cooperación empresarial. Sin embargo, estos datos no han sido integrados previamente en un marco conceptual multidimensional que permita medir de manera estructurada y comparable los niveles de adopción e integración de TIC en el sector empresarial ecuatoriano (Ecuador INEC 2025).

En este contexto, resulta necesario fortalecer los enfoques actuales de medición mediante herramientas que integren marcos conceptuales internacionales y evidencia empírica nacional. La construcción de un índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC permitiría generar información comparable entre sectores económicos, identificar brechas de integración tecnológica y aportar evidencia útil para la toma de decisiones empresariales y el diseño de políticas públicas orientadas al fortalecimiento de la adopción de TIC y el desarrollo productivo (OECD 2008; Schumacher, Erol, y Sihn 2016; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Con base en esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo construir un índice compuesto para medir el nivel de madurez digital en la adopción de TIC en las medianas y grandes empresas de diferentes sectores económicos del Ecuador. Para alcanzar este propósito, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los principales marcos de referencia y metodologías relevantes para medir el nivel de madurez digital empresarial, considerando enfoques conceptuales y experiencias internacionales.
- Seleccionar y definir indicadores relevantes para cada dimensión del índice, garantizando su aplicabilidad y representatividad en el contexto empresarial ecuatoriano.
- Proponer el índice en una muestra de empresas ecuatorianas para evaluar su nivel de madurez digital en la adopción de TIC y validar su utilidad como herramienta diagnóstica.

La relevancia de esta investigación se sustenta en diversos aportes teóricos, metodológicos y prácticos. En primer lugar, la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) dentro de los procesos de integración organizacional, productividad y competitividad empresarial. En entornos económicos cada vez más digitalizados, las empresas requieren no solo incorporar tecnologías, sino avanzar hacia

mayores niveles de integración y aprovechamiento de TIC dentro de sus actividades operativas, administrativas y estratégicas (Schumacher, Erol, y Sihn 2016; Vial 2019).

Desde una perspectiva metodológica, el estudio aporta mediante la construcción de un índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC para medianas y grandes empresas ecuatorianas, utilizando información proveniente de la ENESEM del INEC. La utilización de datos abiertos y representativos permite desarrollar una herramienta estructurada, verificable y replicable para medir distintos niveles de adopción e integración de TIC dentro del sector empresarial ecuatoriano (OECD 2008; Senna et al. 2023).

Desde una perspectiva práctica, la investigación posee relevancia práctica debido a que el índice propuesto permite identificar brechas de madurez digital entre sectores económicos y tamaños de empresa, generando evidencia útil para la toma de decisiones empresariales y el diseño de políticas públicas orientadas al fortalecimiento de la adopción de TIC, la innovación y el desarrollo productivo. En este sentido, el estudio contribuye al análisis de los procesos de incorporación tecnológica en el contexto empresarial ecuatoriano y proporciona una base empírica para futuras investigaciones relacionadas con madurez digital y adopción de TIC en economías en desarrollo (BID 2017; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

La investigación se circunscribe exclusivamente a las empresas incluidas en ENESEM, considerando aquellas pertenecientes a los sectores de servicios, comercio, manufactura, minería y construcción, de conformidad con la cobertura sectorial de la encuesta. Asimismo, el estudio se enfoca en medianas y grandes empresas, cuya clasificación se basa en el número de personas ocupadas y el nivel de ventas anuales establecidos por el INEC (2024). En este sentido, las grandes empresas corresponden a organizaciones con 200 o más empleados y ventas superiores a USD 5 000 001, mientras que las medianas empresas incluyen las categorías Mediana A y Mediana B, con rangos entre 50 y 199 empleados y ventas anuales entre USD 1 000.001 y USD 5 000.000. En consecuencia, los resultados obtenidos reflejan el nivel de madurez digital en la adopción de TIC de este conjunto específico de empresas y no son directamente extrapolables a otros segmentos empresariales no incluidos en la muestra.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio se enfoca en la medición objetiva de la madurez digital en la adopción de TIC, entendida como el grado de incorporación, uso e integración de tecnologías dentro de las actividades empresariales, a partir de las variables disponibles en la ENESEM. El índice propuesto se estructura sobre dimensiones

conceptuales derivadas de marcos internacionales de adopción de TIC y madurez digital, adaptadas al contexto empresarial ecuatoriano y a la disponibilidad de información estadística oficial.

Asimismo, el alcance temporal del estudio corresponde a los resultados de la ENESEM del año 2023, por lo que el índice refleja una medición transversal del nivel de madurez digital en la adopción de TIC durante dicho período y no permite evaluar, en esta etapa, cambios evolutivos o dinámicas temporales en los procesos de integración tecnológica empresarial.

Capítulo primero

Revisión de la literatura y marco teórico

Este capítulo presenta los fundamentos teóricos y empíricos que sustentan el estudio de la madurez digital en la adopción de tecnologías de la información y comunicación (TIC). Inicialmente, se examinan los principales enfoques organizacionales y paradigmas de gestión vinculados con la transformación digital, así como la relación conceptual entre transformación digital y adopción de TIC. Posteriormente, se revisan los principales modelos de madurez digital desarrollados desde los ámbitos académico y empresarial, junto con el uso de índices compuestos como instrumentos para medir fenómenos multidimensionales. Asimismo, se analizan modelos y estudios empíricos de adopción de TIC que fundamentan las dimensiones consideradas en la investigación. Finalmente, se revisan experiencias de medición y evidencia sobre adopción tecnológica y madurez digital en América del Sur y Ecuador, considerando las diferencias observadas entre países, sectores económicos y tamaños empresariales

1. Enfoques organizacionales y paradigmas de gestión

El estudio de la Transformación Digital (TD) en las organizaciones se ha abordado desde diferentes paradigmas organizacionales y corrientes de gestión, que ofrecen diversas interpretaciones sobre los factores que impulsan, condicionan y facilitan el cambio digital en las organizaciones (Hanelt et al. 2021; Nambisan et al. 2017). Mientras algunos enfoques priorizan la adaptación estructural y estratégica, otros enfatizan la gestión de recursos, las capacidades organizacionales o los procesos de cambio cultural (Konopik et al. 2022; Kane et al. 2017).

En este contexto, Hanelt et al. (2021, 1160) señalan que la TD representa un proceso de cambio organizacional que surge a partir de la difusión de las tecnologías digitales, el cual modifica de manera integral las estructuras, dinámicas y modelos organizacionales. Desde esta perspectiva, el análisis de estas corrientes permite comprender la TD como un fenómeno dinámico que trasciende la incorporación de tecnologías y abarca múltiples dimensiones organizacionales.

Desde un enfoque sistémico, la TD puede entenderse como un sistema abierto, complejo y humano donde el cambio no es un evento aislado, sino un proceso continuo

de “entrada–procesos–salida” que impacta simultáneamente a los componentes, subsistemas y entorno general de la organización. En este sentido, Xu, Hou y Wang (2022, 12–13) afirman que la debe analizarse desde la lógica de los sistemas complejos, donde la organización interactúa continuamente con múltiples factores internos y externos que condicionan su adaptación.

Bajo esta lógica, las TIC no se contemplan como meros dispositivos tecnológicos aislados, sino como facilitadores de una transformación organizacional holística que incide en la estrategia, la estructura, los procesos y las personas (Westerman, Bonnet, y McAfee 2014, 15–23). Por lo tanto, entendemos la TD como un proceso holístico donde los cambios tecnológicos generan efectos interdependientes en toda la organización.

Por otra parte, Ellström et al. (2022, 278–9), al analizar la TD desde la perspectiva de la teoría de contingencia, sostienen que no existe una única forma óptima de implementar estos procesos, ya que su efectividad depende del grado de ajuste (*fit*) entre las características internas de la organización y las condiciones de su entorno. Desde esta perspectiva, la TD exige el desarrollo de capacidades organizacionales alineadas con el contexto competitivo y tecnológico específico en el que opera cada organización.

En este sentido, la TD emerge como una respuesta estratégica impulsada tanto por factores externos, presión competitiva, cambios regulatorios o eventos disruptivos como la pandemia de COVID-19, como por factores internos relacionados con la disponibilidad de recursos financieros, tecnológicos y organizacionales. Por ejemplo, la decisión entre una estrategia ofensiva de TD, basada en adquisiciones, o una estrategia defensiva, basada en crecimiento orgánico, depende de la disponibilidad específica de recursos de cada organización (Chwiłkowska et al. 2023, 3–5).

Dentro de este marco, la tecnología se convierte en un factor determinante para la organización, por lo tanto, el diseño corporativo debe articularse con las herramientas digitales implementadas (Miranda 2023, 9). Desde la lógica contingente, la efectividad de la transformación digital depende de la adecuación entre la estrategia digital, los procesos institucionales y las capacidades de liderazgo para evidenciar el valor de las tecnologías (Ellström et al. 2022, 278).

De manera complementaria, las organizaciones con mayores niveles de madurez digital tienden a utilizar las tecnologías con fines estratégicos, orientados a la innovación, la transformación del negocio y la mejora de la toma de decisiones. En contraste, aquellas que se encuentran en etapas iniciales concentran sus esfuerzos en objetivos operativos, principalmente relacionados con la eficiencia y la automatización de procesos. Esto

evidencia que la orientación de la transformación digital evoluciona conforme aumenta el nivel de madurez digital de la organización y se fortalece su capacidad para utilizar las tecnologías como un recurso estratégico (Kane et al. 2015, 5–6).

Desde la perspectiva de visión basada en recursos (*resource based view*, RBV), la TD se define como la gestión estratégica de un conjunto de activos tangibles e intangibles que permiten a la organización diferenciarse y alcanzar ventajas competitivas sostenibles. De acuerdo con Chwiłkowska et al. (2023, 2–5), las organizaciones requieren combinar recursos humanos, tecnológicos, financieros, infraestructura y capacidades vinculadas a las TIC para desarrollar procesos efectivos de TD.

Bajo este enfoque, la organización se conceptualiza como un sistema de recursos que integra tanto herramientas tecnológicas y financieras, esenciales para la implementación del cambio, como capital humano, infraestructura y capacidades organizacionales derivadas del uso de las TIC (Chwiłkowska et al. 2023, 4–5).

Asimismo, un hallazgo relevante de este enfoque es que los recursos no favorecen directamente la TD; su impacto es indirecto y se canaliza mediante la “disposición para la TD”. Según Chwiłkowska et al. (2023, 7–9), esta disposición actúa como un mediador compuesto por factores organizacionales blandos, tales como la cultura organizacional, la gobernanza y la preparación institucional para el cambio.

En consecuencia, el éxito de la TD depende de la capacidad organizacional para reorganizar recursos, modificar mentalidades y adaptar procesos internos. En consecuencia, la transformación digital no solo requiere inversiones tecnológicas, sino también condiciones organizacionales que favorezcan la adaptación y el aprendizaje institucional.

De igual manera, desde la perspectiva de las capacidades dinámicas, la TD puede comprenderse como un proceso mediante el cual las organizaciones desarrollan la capacidad de percibir oportunidades, aprovecharlas y reconfigurar continuamente sus recursos y capacidades frente a entornos altamente cambiantes y disruptivos. En este sentido, Konopik et al. (2022, 1–3) señalan que las organizaciones requieren fortalecer sus capacidades dinámicas para adaptarse de manera permanente a las transformaciones tecnológicas y a las exigencias competitivas del entorno digital.

Este proceso inicia con la capacidad de detección (*sensing*), entendida como la habilidad para identificar cambios del entorno y nuevas oportunidades tecnológicas. Posteriormente, la organización desarrolla capacidades de aprovechamiento (*seizing*), movilizand recursos, rediseñando modelos de negocio y estableciendo alianzas

estratégicas para capturar dichas oportunidades y generar valor. Finalmente, desarrolla capacidades de reconfiguración (*transforming*), mediante las cuales renueva continuamente sus recursos, procesos, rutinas y estructuras organizacionales para adaptarse al entorno digital y sostener su competitividad (Konopik et al. 2022, 3–4).

De este modo, la TD no constituye un hecho puntual, sino un proceso permanente de aprendizaje, adaptación y renovación estratégica que exige capacidades organizacionales dinámicas y sostenidas en el tiempo.

Si bien los enfoques anteriores se centran en dimensiones estratégicas y organizativas, otros ponen el énfasis en los procesos humanos y culturales necesarios para implementar la TD. En este sentido, la propuesta de Kotter entiende la transformación digital como un proceso estratégico de gestión del cambio, donde el éxito no se limita a la adopción de tecnologías digitales, sino que también requiere que la organización fortalezca su capacidad para promover cambios culturales y favorecer la participación de sus integrantes (Delgado 2023, 4).

Como menciona Delgado (2023, 7–8), los procesos de transformación suelen fracasar cuando las organizaciones no consiguen crear conciencia sobre la necesidad del cambio, consolidar un liderazgo comprometido y transmitir con claridad los objetivos de la transformación. En contraste, las organizaciones que aplican modelos estructurados de gestión del cambio alcanzan mayores niveles de adopción tecnológica e integración de nuevas rutinas organizacionales.

En concordancia con lo anterior, la cultura organizacional constituye un elemento clave para facilitar o limitar la TD. Las organizaciones con estructuras jerárquicas y aversas al riesgo presentan mayores niveles de resistencia al cambio, mientras que aquellas orientadas al aprendizaje, la colaboración y la innovación muestran mayores capacidades de integración de tecnologías digitales.

En esta línea, Páez et al. (2021, 92–7) sostienen que la TD implica cambios sociales, culturales y organizacionales que requieren ambientes de confianza, aprendizaje continuo y apertura al cambio. Así pues, la TD demanda que el liderazgo trascienda la implementación de herramientas tecnológicas y actúe sobre los supuestos culturales que condicionan la adaptación organizacional, fomentando innovación, transparencia y participación colectiva (Delgado 2023, 12–14). De esta manera, la TD puede entenderse como un reto sociotécnico centrado en las personas y en la capacidad institucional para gestionar el cambio organizacional.

Finalmente, los distintos enfoques analizados evidencian que la TD implica procesos de adaptación organizacional que exceden la simple adopción tecnológica. Como sostienen Hanelt et al. (2021, 1160–3), la TD constituye “un proceso de cambio organizacional continuo que modifica estructuras, capacidades y modelos de gestión”. Desde esta perspectiva, el cambio digital involucra la articulación entre estrategia, estructura, liderazgo, cultura y capacidades institucionales, cuya relevancia varía según el paradigma de gestión utilizado. En consecuencia, la TD puede interpretarse como un proceso organizacional complejo cuya comprensión requiere integrar dimensiones tecnológicas, humanas y estratégicas (Xu, Hou, y Wang 2022, 12–4).

2. Transformación digital y adopción de tecnologías de información y comunicación (TIC)

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) han adquirido un papel estratégico en las organizaciones debido al acelerado desarrollo de las tecnologías digitales y su impacto sobre los modelos de negocio y los procesos empresariales. Según Díaz et al. (2024, 1–2), el crecimiento de las tecnologías digitales ha impulsado cambios significativos en las industrias, favoreciendo procesos de innovación y adaptación organizacional.

En esta misma línea, Bharadwaj et al. (2013) sostienen que las tecnologías digitales han dejado de ser únicamente herramientas de soporte operativo para convertirse en elementos centrales de la estrategia empresarial. Como consecuencia, las organizaciones han incrementado sus inversiones en infraestructura tecnológica y capacidades digitales con el propósito de fortalecer su competitividad y responder a entornos cada vez más dinámicos y digitalizados.

Las TIC comprenden diversos recursos tecnológicos que facilitan la captura, el procesamiento, el almacenamiento y el intercambio de información, y apoyan la gestión de los procesos y las actividades organizacionales (Laudon y Laudon 2022). Su incorporación ha facilitado la automatización de procesos y la optimización de actividades empresariales, mejorando la capacidad de respuesta y la eficiencia operativa. Según Torres et al. (2025, 3), las TIC contribuyen a fortalecer la competitividad organizacional mediante la reducción de costos, la mejora en la gestión de procesos y el acceso oportuno a la información.

Por su parte, Slassi-sennou y Elmouhib (2025, 2–3) señalan que la adopción de TIC permite integrar tecnologías digitales capaces de mejorar la toma de decisiones,

incrementar la transparencia organizacional y fortalecer la gestión empresarial. No obstante, los autores también advierten que factores como la resistencia al cambio, las limitaciones económicas y la baja alfabetización digital pueden dificultar la implementación efectiva de estas tecnologías dentro de las organizaciones.

La adopción de TIC se refiere al proceso mediante el cual las organizaciones incorporan e integran herramientas digitales en sus actividades y procesos operativos. Este proceso no se limita únicamente a la implementación tecnológica, sino que involucra aspectos relacionados con la adaptación organizacional, el aprendizaje y la gestión del cambio. En este sentido, Kraus et al. (2022, 1–3) sostienen que la transformación de los entornos empresariales exige que las organizaciones desarrollen capacidades que les permitan adaptarse a escenarios cada vez más digitalizados y competitivos.

Asimismo, Warner y Wäger (2019, 1–4) afirman que la adopción tecnológica requiere que las empresas desarrollen capacidades dinámicas orientadas a integrar nuevas tecnologías, responder a cambios del entorno y promover procesos de renovación estratégica. Desde esta perspectiva, la incorporación de TIC no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino también de la capacidad organizacional para aprovechar estratégicamente dichos recursos.

La literatura reciente diferencia conceptualmente los términos digitización, digitalización y transformación digital. Según Verhoef et al. (2021, 890–1), la digitización consiste en transformar la información de un formato analógico a uno digital, mientras que la digitalización supone la aplicación de tecnologías digitales para perfeccionar los procesos organizacionales e incrementar su eficiencia.

Por su parte, Reis y Melao (2023, 2–4) señalan que la transformación digital constituye una etapa más amplia y compleja, orientada a redefinir modelos de negocio, mecanismos de creación de valor y capacidades organizacionales mediante el uso intensivo de tecnologías digitales. En consecuencia, la transformación digital trasciende la simple automatización de procesos y representa un cambio estructural en la forma en que las organizaciones operan y generan valor.

La transformación digital ha sido conceptualizada como un proceso de cambio organizacional impulsado por tecnologías digitales. Según Vial (2019, 2–4), este proceso busca modificar significativamente las estructuras, procesos y mecanismos de creación de valor dentro de las organizaciones mediante la integración de tecnologías digitales. Desde esta perspectiva, las tecnologías digitales no constituyen únicamente herramientas

operativas, sino recursos estratégicos capaces de transformar la lógica empresarial y la relación con clientes, proveedores y mercados.

En una línea similar, Nadkarni y Prügl (2021, 233–42) sostienen que la TD involucra cambios en modelos de negocio, estructuras organizacionales y procesos empresariales, impulsados por la incorporación de tecnologías digitales. Los autores enfatizan que este fenómeno requiere no solo tecnología, sino también capacidades organizacionales y humanas que permitan aprovechar el potencial transformador de dichas herramientas digitales.

Diversos autores coinciden en que la transformación digital no debe entenderse únicamente como incorporación tecnológica. Warner y Wäger (2019, 9) sostienen que las organizaciones necesitan desarrollar capacidades dinámicas que les permitan responder de manera ágil a los cambios tecnológicos y competitivos del entorno. En este sentido, la transformación digital implica procesos continuos de renovación estratégica, innovación y adaptación organizacional.

Asimismo, Wessel et al. (2021, 102–5) señalan que la principal diferencia entre la adopción de TIC y la transformación digital radica en el alcance del cambio organizacional. Mientras la adopción tecnológica busca mejorar actividades específicas mediante herramientas digitales, la transformación digital implica redefinir la propuesta de valor y la identidad organizacional a partir del aprovechamiento estratégico de las tecnologías digitales.

Bajo esta lógica, la adopción de TIC constituye un componente fundamental de la transformación digital, pero no representa por sí sola un proceso de transformación organizacional integral. Según Bharadwaj et al. (2013, 471–5), las tecnologías digitales deben integrarse a la estrategia empresarial y a los mecanismos de generación de valor para producir ventajas competitivas sostenibles. Por ello, la transformación digital requiere combinar infraestructura tecnológica con capacidades organizacionales, liderazgo y visión estratégica.

Desde esta perspectiva, la TD trasciende la simple incorporación de tecnologías dentro de las organizaciones y se relaciona con la capacidad empresarial para integrar estratégicamente las herramientas digitales en sus procesos, cultura y toma de decisiones. Según Verhoef et al. (2021, 891–2), la TD comprende cambios progresivos que evolucionan desde la digitalización de actividades operativas hasta la redefinición estratégica del modelo organizacional. En consecuencia, la adopción de TIC constituye un elemento fundamental dentro de la transformación digital, ya que permite a las

organizaciones fortalecer sus capacidades tecnológicas, optimizar procesos y generar ventajas competitivas en entornos cada vez más digitalizados.

3. Modelos de madurez digital

La madurez digital (MD) constituye un concepto holístico que trasciende la mera implementación de nuevas tecnologías, ya que requiere armonizar los componentes estratégicos, tecnológicos, estructurales, culturales y del talento humano de la organización con las necesidades y demandas digitales de clientes, colaboradores y demás grupos de interés (Kane et al. 2015, 7). En este sentido, la MD puede entenderse como la capacidad de adaptación sistémica y continua de una organización para competir eficazmente en un entorno crecientemente digitalizado, reflejando no solo el estado de avance de su transformación digital, sino también su preparación estructural frente al cambio permanente (Kalender y Žilka 2024, 3–5).

A partir de esta conceptualización, surge la necesidad de contar con mecanismos que permitan evaluar el nivel de adaptación digital alcanzado por las organizaciones. En este sentido, la medición de la MD adquiere un papel estratégico, ya que posibilita diagnosticar el estado actual de la organización (estatus quo) y, al mismo tiempo, definir una hoja de ruta que oriente el tránsito hacia estados futuros de mayor desarrollo digital (Rodríguez, Balbin, y Boada 2024; Kalender y Žilka 2024). De esta manera, la evaluación de la MD permite identificar brechas, establecer prioridades y orientar los esfuerzos de transformación dentro de la organización.

Asimismo, una evaluación oportuna de la MD puede contribuir al desarrollo de ventajas competitivas y financieras, además de favorecer la construcción de un lenguaje común dentro de la organización. Según Kalender y Žilka (2024, 5–6), la medición de la MD fortalece la coordinación entre departamentos y facilita la alineación de objetivos digitales compartidos. De igual manera, Pérez et al. (2024, 9–12) sostienen que estos procesos de evaluación actúan como catalizadores de la transformación organizacional, al apoyar la toma de decisiones informadas, la asignación eficiente de recursos y la priorización estratégica de iniciativas digitales.

En este contexto, la evaluación de la MD se materializa principalmente mediante modelos de madurez, entendidos como herramientas estratégicas y marcos de evaluación diseñados para guiar a las organizaciones en sus procesos de transformación digital. Según Ochoa (2016, 34–36), estos modelos proporcionan un enfoque estructurado para analizar las capacidades tecnológicas, los procesos internos y el grado de alineación

estratégica de la organización con sus objetivos de transformación. Independientemente del sector de aplicación, la mayoría de estos modelos se compone de diversas dimensiones y niveles evolutivos que delimitan tanto el alcance del análisis como las etapas de progresión hacia mayores grados de madurez (Teichert 2019; Kalender y Žilka 2024).

Desde esta perspectiva, y considerando la diversidad de enfoques existentes, la literatura ha desarrollado distintas formas de clasificar los modelos de MD. En el ámbito de la adopción de TIC, evaluar la madurez implica trascender la simple constatación de la presencia tecnológica y analizar cómo, en qué áreas y en qué medida las TIC se integran en la gestión interna, en las relaciones con clientes y proveedores y en los procesos de apoyo a la toma de decisiones (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

En términos generales, la literatura sobre TD identifica una amplia variedad de modelos de MD que pueden agruparse en distintas categorías según su origen y enfoque. En primer lugar, se encuentran los modelos desarrollados por firmas consultoras, caracterizados por ofrecer marcos prácticos y orientados a la acción para guiar los procesos de transformación empresarial. En segundo lugar, destacan los modelos provenientes del ámbito académico y de investigación, los cuales aportan un mayor sustento teórico y metodológico basado en evidencia empírica (Bodero y De Giusti 2024; Kalender y Žilka 2024).

Por otro lado, la literatura también identifica modelos sectoriales que adaptan estos enfoques a las particularidades de industrias específicas, como la manufactura, las telecomunicaciones, la educación superior o la minería. Finalmente, existen modelos centrados en la preservación digital, cuyo énfasis recae en la gestión y gobernanza de datos para asegurar la conservación y accesibilidad de la información a largo plazo (Bodero y De Giusti 2024; Kalender y Žilka 2024).

A pesar de compartir el objetivo común de evaluar el grado de preparación digital de las organizaciones, los modelos de madurez presentan diferencias importantes en cuanto a sus dimensiones de análisis, nivel de complejidad y orientación metodológica. Mientras algunos enfoques priorizan la estrategia y la cultura organizacional, otros enfatizan las capacidades tecnológicas, la experiencia del cliente o la integración de procesos digitales (Teichert 2019). En este contexto, los modelos desarrollados por firmas consultoras han adquirido amplia relevancia debido a su enfoque práctico y elevada aplicabilidad empresarial (Kalender y Žilka 2024).

En relación con los modelos desarrollados por firmas consultoras, estos se han consolidado como marcos de referencia fundamentales para impulsar la transformación organizacional en la era digital, debido a que proporcionan enfoques eminentemente prácticos orientados a evaluar el estado actual de una empresa y definir una trayectoria clara hacia el cumplimiento de objetivos estratégicos. Herramientas propuestas por firmas líderes como Capgemini, McKinsey, Boston Consulting Group (BCG), Deloitte y KPMG destacan especialmente por su aplicabilidad y orientación a resultados (Rodríguez, Balbin, y Boada 2024; Kalender y Žilka 2024).

Históricamente, las consultoras han liderado el diseño de estos modelos priorizando dimensiones que integran no solo capacidades tecnológicas, sino también elementos críticos como la estrategia, la cultura organizacional, el liderazgo y la experiencia del cliente, con el propósito de construir ventajas competitivas sostenibles. De esta manera, estos marcos funcionan como guías pragmáticas que ayudan a las organizaciones a navegar la complejidad del cambio digital, facilitando la identificación de brechas y la toma de decisiones respecto a las inversiones y capacidades requeridas para avanzar en su transformación (Kalender y Žilka 2024).

En primer lugar, el modelo de Capgemini constituye uno de los primeros intentos sistemáticos de estructurar las etapas de la transformación digital. Según Ochoa (2016, 36–8), la versión inicial del modelo, desarrollada junto con el MIT en 2012, se enfocaba en cinco dimensiones: estrategia, organización, procesos, tecnología y cultura. Desde esta perspectiva, el éxito de la transformación digital no dependía exclusivamente de las capacidades tecnológicas, sino también de las capacidades transformacionales de la organización.

Posteriormente, el modelo evolucionó hacia un enfoque más integral. De acuerdo con Teichert (2019, 1678–80), la actualización realizada en 2016 amplió el análisis hacia dimensiones relacionadas con experiencia del cliente, operaciones, innovación del modelo de negocio, habilitación de la fuerza laboral, integración tecnológica y uso de datos. Asimismo, Kalender y Žilka (2024, 905–6) señalan que el modelo incorpora cinco niveles de madurez que van desde principiante hasta transformador, permitiendo acompañar progresivamente a las organizaciones en su evolución digital.

De manera similar, McKinsey aborda la transformación digital desde una perspectiva organizacional amplia, aunque con un mayor énfasis en la integración entre estrategia, capacidades operativas y cultura empresarial. Según Ochoa (2016, 38–40), uno de los principales enfoques desarrollados por esta firma corresponde al Cociente Digital

(Digital Quotient o DQ), construido a partir del análisis de 150 empresas y orientado a evaluar 18 prácticas agrupadas en tres grandes áreas: estrategia, capacidades y cultura. Desde esta perspectiva, la estrategia digital debe integrarse a la visión corporativa y responder al ritmo de disrupción del sector, mientras que las capacidades incluyen elementos como la toma de decisiones basada en datos, la automatización de procesos y la cercanía con el cliente.

Por su parte, la dimensión cultural enfatiza aspectos relacionados con la agilidad organizacional, la tolerancia al riesgo y la colaboración interna. Complementariamente, Kocaoglu y Demir (2019) señalan que McKinsey incorpora el marco 7S como herramienta para evaluar la madurez organizacional mediante siete dimensiones: estrategia, estructura, sistemas, estilo, valores compartidos, personal y habilidades. De esta manera, el enfoque de McKinsey busca integrar tanto factores estructurales como culturales dentro del proceso de transformación digital.

A diferencia de McKinsey, cuyo enfoque combina dimensiones estratégicas y culturales, el modelo desarrollado por Boston Consulting Group (BCG) presenta una orientación más centrada en la aceleración del negocio digital y la transformación organizacional. Según Kalender y Žilka (2024), BCG estructura la transformación digital a partir de cuatro dimensiones principales: estrategia, organización, capacidades y tecnología. Desde esta perspectiva, el modelo busca vincular directamente las capacidades digitales con la generación de ventajas competitivas y la transformación del negocio.

Asimismo, Teichert (2019) destaca que BCG incorpora el denominado índice de aceleración digital (digital acceleration index), herramienta utilizada para evaluar el nivel de madurez digital de las organizaciones y medir su capacidad de adaptación frente a entornos dinámicos y altamente competitivos. Gracias a este enfoque, el modelo ha ganado reconocimiento en el ámbito empresarial por su orientación hacia resultados y desempeño organizacional.

En una línea similar, Deloitte propone un modelo flexible que permite adaptar el proceso de transformación digital a las fortalezas, debilidades y características particulares de cada industria. Según Kane et al. (2015), las organizaciones con mayores niveles de madurez digital suelen adoptar una visión estratégica de largo plazo y posicionarse como atractores de talento mediante el fortalecimiento de capacidades digitales. En este sentido, el modelo de Deloitte incorpora dimensiones relacionadas con

estrategia, operaciones, experiencia del cliente, habilitación de la fuerza laboral y capacidades analíticas.

De acuerdo con Ochoa (2016), uno de los principales aportes de este enfoque consiste en reconocer que la transformación digital no depende exclusivamente de la adopción tecnológica, sino también de la capacidad organizacional para desarrollar talento, fomentar la innovación y adaptarse continuamente a los cambios del entorno. De esta manera, Deloitte plantea una visión integral de la transformación digital alineada con las dinámicas organizacionales y humanas.

De forma complementaria, Forrester Research (2015–2016) desarrolla el denominado modelo de transformación de negocio digital, el cual enfatiza “la alineación entre las iniciativas digitales y los objetivos estratégicos de la organización” (Sánchez 2024, 109). Según Teichert (2019), este enfoque clasifica a las empresas en cuatro arquetipos de madurez, permitiendo identificar distintos patrones de evolución organizacional y facilitar la evaluación del progreso digital de las empresas.

En el caso de Gartner, el modelo de madurez se centra en cinco áreas clave: estrategia, organización, operaciones, experiencia del cliente y tecnología. Kalender y Žilka (2024) señalan que este enfoque busca identificar acciones concretas de mejora continua y promover la integración estratégica de las tecnologías digitales dentro del modelo de negocio. Desde esta perspectiva, la digitalización se entiende como una herramienta para generar nuevas fuentes de valor e ingresos dentro de las organizaciones.

KPMG, por su parte, propone un enfoque integral orientado a construir una visión holística de la transformación digital. Según Rossmann (2019), este modelo incorpora dimensiones relacionadas con estrategia, organización, experiencia del cliente, operaciones, tecnología e *insights*, buscando integrar de manera coordinada todos los componentes organizacionales dentro del proceso de cambio digital. En consecuencia, el enfoque de KPMG prioriza la articulación entre capacidades tecnológicas y objetivos estratégicos de largo plazo.

De forma complementaria, Booz desarrolló uno de los primeros Índices de Digitalización entre 2011 y 2012, mediante el análisis de distintos sectores industriales para medir su nivel de avance digital. Teichert (2019) sostiene que este enfoque permitió clasificar a las organizaciones como líderes o rezagadas dentro de la economía digital, facilitando comparaciones entre industrias y niveles de desarrollo tecnológico.

En una lógica similar, Roland Berger propone el enfoque denominado Digital Gap, orientado a identificar las brechas digitales existentes entre industrias y sectores

económicos. Según Kalender y Žilka (2024), este modelo analiza el grado de transformación y posicionamiento digital alcanzado por cada sector, permitiendo identificar diferencias en capacidades digitales y niveles de competitividad organizacional.

Por otro lado, los modelos desarrollados desde instituciones académicas y centros de investigación se distinguen por aportar un mayor rigor teórico y metodológico, sustentado en metodologías científicas, validaciones psicométricas y análisis empíricos realizados sobre amplias muestras organizacionales. Mientras que las firmas consultoras suelen priorizar la aplicabilidad práctica inmediata, la academia busca construir marcos conceptuales claros y operacionalizables que permitan comprender con mayor profundidad las dinámicas de la transformación digital (Rossmann 2019).

En este contexto, los modelos académicos buscan reducir los vacíos de medición existentes mediante enfoques estructurados que integran dimensiones estratégicas, organizacionales y tecnológicas. Según Rossmann (2019), estos modelos permiten operacionalizar el constructo de madurez digital a través de indicadores y dimensiones que facilitan su evaluación dentro de distintos contextos organizacionales. A continuación, se presentan los principales modelos académicos identificados en la literatura.

El modelo desarrollado por el Centro de Negocios Digitales del MIT se ha consolidado como uno de los referentes académicos más importantes para analizar cómo las organizaciones responden y aprovechan las oportunidades de la era digital. De acuerdo con Ochoa (2016, 41–3), este marco evalúa el progreso organizacional mediante la combinación de dos dimensiones críticas: la intensidad digital, relacionada con el nivel de inversión en iniciativas tecnológicas para transformar operaciones, y la intensidad en la gestión de la transformación, asociada al desarrollo de capacidades de liderazgo necesarias para habilitar el cambio dentro de la organización.

A partir de la interacción entre ambas dimensiones, el modelo define cuatro arquetipos de madurez digital. Los denominados Digital Beginners representan organizaciones con bajos niveles tanto de capacidades digitales como de gestión de transformación. Por su parte, los Digital Fashionistas muestran un alto interés por la innovación tecnológica, aunque con iniciativas aisladas y escasa alineación estratégica. En contraste, los Digital Conservatives priorizan la prudencia organizacional y la alineación cultural sobre la innovación acelerada, lo que puede limitar su capacidad competitiva. Finalmente, los Digirati representan el nivel más alto de madurez al

combinar liderazgo, gobernanza, cultura digital y capacidades tecnológicas de forma integrada (Ochoa 2016, 43–5).

El modelo de madurez digital propuesto por Rossmann (2019, 7–10) destaca en la literatura por su sólido rigor académico, al haber sido desarrollado a partir de una revisión bibliográfica sistemática y validado empíricamente mediante una muestra de 240 ejecutivos responsables de procesos de transformación digital en Alemania, Austria y Suiza. La principal fortaleza de este enfoque radica en su capacidad para operacionalizar el constructo de madurez digital mediante ocho dimensiones de capacidad sustentadas en 32 ítems específicos, proporcionando una herramienta de diagnóstico y planificación estratégica para las organizaciones.

Según Rossmann (2019, 9–11), las dimensiones propuestas incluyen “estrategia, liderazgo, modelo de negocio, modelo operativo, personas, cultura, gobernanza y tecnología”. Desde esta perspectiva, el modelo evalúa no solo el grado de adopción tecnológica, sino también aspectos relacionados con la alineación estratégica, la innovación organizacional, la gestión del talento humano y la integración entre procesos físicos y digitales. Asimismo, incorpora elementos vinculados con la toma de decisiones descentralizada, la transparencia organizacional y el uso de tecnologías basadas en datos y automatización.

En una línea similar, el modelo de Appelfeller y Feldmann (2018) se caracteriza por su enfoque multidimensional y por haber sido adaptado exitosamente para el diagnóstico de sectores industriales complejos, como el clúster minero de Antofagasta en Chile (Pérez et al. 2024, 10–2). Este marco evalúa diez dimensiones agrupadas en cinco grandes categorías estratégicas: procesos organizacionales, sistemas tecnológicos, recursos digitales, interfaz con el cliente y capa estratégica, permitiendo un análisis integral del estado de transformación digital de las organizaciones.

De acuerdo con Pérez et al. (2024, 11–3), este modelo incorpora dimensiones relacionadas con procesos de negocio, sistemas ERP, gestión de datos, ciberseguridad, automatización, robótica, digitalización de productos y capacidades del personal. Asimismo, analiza la interoperabilidad entre organizaciones y su capacidad para integrar redes de colaboración con proveedores y socios estratégicos. Gracias a este enfoque, el modelo permite identificar asimetrías relevantes dentro de los procesos de transformación digital, evidenciando que áreas como la robótica y la ciberseguridad suelen presentar mayores rezagos en organizaciones industriales y pymes.

Por su parte, el modelo desarrollado por Berghaus y Back (2016) se distingue por derivar sus etapas de madurez a partir de un amplio análisis empírico realizado sobre 547 individuos pertenecientes a 417 organizaciones de Suiza y Alemania. Según Farré y De Bastista (2022, 8–10), este estudio evidenció que, aunque muchas organizaciones presentan afinidad digital y experimentación tecnológica, son menos frecuentes los procesos de transformación estratégicamente planificados y el uso avanzado de analítica de datos.

Para abordar estas limitaciones, el modelo propone nueve dimensiones orientadas a proporcionar una comprensión más profunda de los factores que impulsan la transformación organizacional. En este sentido, el enfoque busca apoyar a los directivos en la definición de prioridades, la planificación de iniciativas digitales y el desarrollo de estrategias coherentes con las exigencias de la economía digital. De esta manera, el modelo actúa como una guía estratégica para gestionar procesos de cambio organizacional asociados a la transformación digital (Farré y De Bastista 2022, 10–2).

En síntesis, el análisis de los distintos enfoques y modelos de madurez digital permite comprender su relevancia dentro de los procesos de transformación organizacional. Los modelos de madurez digital funcionan como herramientas de diagnóstico y hojas de ruta estratégicas que permiten evaluar objetivamente la situación actual de una organización, identificar brechas respecto a mejores prácticas y orientar procesos de mejora continua.

Asimismo, estos modelos proporcionan un lenguaje común y objetivos cuantificables que facilitan la toma de decisiones, la priorización de inversiones y la coordinación de iniciativas digitales dentro de las organizaciones. Según Kalender y Žilka (2024), su importancia radica en la capacidad de orientar estratégicamente los procesos de transformación y fortalecer la competitividad empresarial en entornos altamente dinámicos y disruptivos.

Considerando la diversidad de enfoques identificados en la literatura, la Tabla 1 presenta una síntesis de los principales modelos de madurez digital analizados, destacando sus dimensiones de evaluación, fortalezas y limitaciones. Esta comparación permite identificar los elementos comunes y diferenciadores entre los distintos enfoques, así como comprender las bases conceptuales y metodológicas que orientan la medición de la madurez digital en las organizaciones.

Tabla 1

Síntesis de los principales modelos de madurez digital identificados en la literatura

Modelo / Autor	Tipo	Dimensiones o enfoque principal	Fortalezas	Limitaciones
Capgemini – MIT (2012, 2016)	Consultoría	Estrategia, organización, procesos, tecnología y cultura; posteriormente incorpora cliente, operaciones, innovación, fuerza laboral, tecnología y datos.	Uno de los primeros modelos integrales de transformación digital; incorpora niveles de madurez y visión evolutiva.	Enfoque general que requiere adaptación según el contexto organizacional.
McKinsey (Digital Quotient)	Consultoría	Estrategia, capacidades y cultura; complementado con el marco 7S (estrategia, estructura, sistemas, estilo, valores, personal y habilidades).	Integra factores estratégicos, operativos y culturales dentro de la transformación digital.	Menor énfasis en dimensiones tecnológicas específicas.
Boston Consulting Group (BCG)	Consultoría	Estrategia, organización, capacidades y tecnología.	Vincula capacidades digitales con competitividad y desempeño organizacional; incorpora el Índice de Aceleración Digital.	Prioriza resultados empresariales sobre aspectos organizacionales más amplios.
Deloitte	Consultoría	Estrategia, operaciones, experiencia del cliente, fuerza laboral y capacidades analíticas.	Enfoque flexible y adaptable a diferentes industrias; integra factores humanos y tecnológicos.	Dependencia de diagnósticos específicos según cada organización.
Forrester Research	Consultoría	Alineación entre iniciativas digitales y objetivos estratégicos; clasificación en arquetipos de madurez.	Facilita la identificación de patrones de evolución organizacional.	Menor detalle sobre dimensiones específicas de evaluación.
Gartner	Consultoría	Estrategia, organización, operaciones, experiencia del cliente y tecnología.	Orientado a la mejora continua y generación de valor mediante tecnologías digitales.	Menor profundidad en aspectos culturales y de liderazgo.
KPMG	Consultoría	Estrategia, organización, experiencia del cliente, operaciones, tecnología e insights.	Visión holística que integra capacidades tecnológicas y objetivos estratégicos.	Alta complejidad para evaluar múltiples dimensiones simultáneamente.
MIT Center for Digital Business	Académico	Intensidad digital e intensidad de gestión de la transformación.	Marco conceptual sólido; identifica arquetipos organizacionales de madurez digital.	Menor nivel de detalle operativo en indicadores específicos.
Rossmann (2019)	Académico	Estrategia, liderazgo, modelo de negocio, modelo operativo, personas, cultura, gobernanza y tecnología.	Elevado rigor metodológico y validación empírica; integra dimensiones organizacionales y tecnológicas.	Requiere información organizacional detallada para su aplicación.
Appelfeller y Feldmann (2018)	Académico	Procesos organizacionales, sistemas tecnológicos, recursos digitales,	Permite un análisis integral e identifica asimetrías en la	Mayor complejidad de implementación y requerimientos de información.

		interfaz con clientes y estrategia.	transformación digital.	
Berghaus y Back (2016)	Académico	Nueve dimensiones orientadas a comprender factores que impulsan la transformación organizacional.	Basado en evidencia empírica; útil para planificación estratégica y gestión del cambio.	Menor especificidad en dimensiones tecnológicas concretas.

Fuente: Las mencionadas en la tabla

Elaboración propia

En conjunto, la revisión de la literatura evidencia que la madurez digital debe entenderse como un proceso integral, continuo y multidimensional que trasciende la simple incorporación de tecnologías digitales. Aunque los modelos analizados difieren en sus dimensiones, alcance y nivel de complejidad, existe consenso en reconocer que el éxito de la transformación digital depende de la interacción entre capacidades tecnológicas, procesos organizacionales, estrategia, liderazgo, cultura y desarrollo del talento humano (Rossmann 2019; Kane et al. 2015).

En este sentido, la madurez digital no solo refleja el grado de adopción tecnológica alcanzado por una organización, sino también su capacidad para integrar dichas tecnologías en la gestión interna, las relaciones externas y la toma de decisiones estratégicas. Por ello, los modelos de madurez digital constituyen herramientas de diagnóstico y orientación que permiten evaluar el estado de desarrollo digital de las organizaciones e identificar oportunidades de mejora en entornos caracterizados por una rápida evolución tecnológica.

4. Índices compuestos y modelos de adopción de TIC

Los índices compuestos son herramientas metodológicas empleadas para analizar fenómenos complejos caracterizados por la interacción de múltiples dimensiones. Su principal ventaja radica en que permiten condensar un amplio conjunto de variables en un único indicador, facilitando la comparación entre unidades de análisis, como países, regiones o empresa, y la identificación de patrones estructurales y brechas de desarrollo (OECD 2008, 13–8).

En este contexto, Greco et al. (2019, 1–8), señalan que la relevancia de estas herramientas reside en su capacidad para transformar datos heterogéneos en una medida integrada que describe fenómenos multidimensionales como el desarrollo económico, la sostenibilidad o la digitalización. De este modo, los índices compuestos no solo simplifican la interpretación de la realidad empírica, sino que también constituyen

instrumentos valiosos para la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones estratégicas, al ofrecer una visión holística y cuantificable de procesos complejos.

En el ámbito de la transformación digital y la adopción de TIC, el uso de índices compuestos ha demostrado ser particularmente pertinente. Como plantean Krechovská et al. (2023, 6–12), la Unión Europea utiliza indicadores compuestos como el *Digital Economy and Society Index* (DESI) y el *European Index of Digital Entrepreneurship Systems* (EIDES) para medir el nivel de digitalización y su impacto en la productividad y competitividad de los países miembros. Estos indicadores han permitido evidenciar una correlación positiva entre el desempeño digital y el crecimiento económico, consolidándose como herramientas clave de seguimiento y evaluación.

De manera complementaria, Tebala et al. (2023, 8–12) destacan que los índices compuestos permiten evaluar tanto la intensidad en el uso de tecnologías digitales como las brechas existentes entre sectores productivos. Desde esta perspectiva, estos instrumentos proporcionan una base empírica sólida para el diseño de políticas de innovación y adopción tecnológica.

En el ámbito empresarial, la aplicación de índices compuestos posibilita capturar la naturaleza multidimensional de la transformación digital, incorporando dimensiones relacionadas con infraestructura, capital humano, cultura organizacional y gobernanza (Rossmann 2019; Moreira et al. 2025). En consecuencia, estos índices funcionan también como herramientas diagnósticas que permiten monitorear el progreso digital, identificar brechas organizacionales y orientar estrategias de desarrollo sostenible (Kalender y Žilka 2024, 3–5).

Dado que el objetivo de esta investigación es construir un índice compuesto para medir el nivel de madurez digital en la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), resulta necesario revisar estudios previos que han abordado esta medición mediante enfoques sintéticos y multidimensionales.

En este sentido, la literatura reciente coincide en que la madurez digital no puede evaluarse adecuadamente a través de indicadores aislados, sino que requiere integrar dimensiones tecnológicas, organizativas y estratégicas dentro de medidas compuestas que faciliten el análisis comparativo y la toma de decisiones (Tutak y Brodny 2022, 4–5).

En esta línea, diversos estudios europeos han desarrollado métricas de digitalización basadas en la agregación de indicadores asociados a la adopción tecnológica y la infraestructura digital. Según Tutak y Brodny (2022, 5–8), estas

herramientas han permitido comparar niveles de madurez digital entre empresas y países, así como analizar su relación con el desempeño económico.

A nivel empresarial, Moreira et al. (2025, 5–7) proponen enfoques multidimensionales que integran la adopción tecnológica con factores habilitadores, como infraestructura digital y competencias del capital humano. Este enfoque permite no solo medir el grado de digitalización organizacional, sino también identificar brechas específicas dentro de los procesos de adopción tecnológica, proporcionando insumos relevantes para el diseño de estrategias de transformación digital.

Bajo esta lógica, la literatura reciente ha comenzado a concebir la adopción de TIC como un fenómeno multidimensional que involucra no únicamente aspectos tecnológicos, sino también componentes organizacionales y estratégicos. En este sentido, Özşahin, Çallı y Coşkun (2022, 6–10) validan empíricamente un modelo de adopción de TIC estructurado en diferentes niveles de integración digital dentro de las organizaciones. Este planteamiento resulta especialmente relevante, ya que respalda la pertinencia de sintetizar múltiples dimensiones de análisis mediante un índice compuesto orientado a medir la madurez digital empresarial.

Además de los modelos teóricos y conceptuales, la literatura recoge diversos estudios empíricos que han operacionalizado estos enfoques mediante indicadores observables, escalas de medición e índices compuestos (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022; Moreira et al. 2025). Estos trabajos resultan especialmente relevantes porque permiten contrastar los planteamientos teóricos con evidencia empírica obtenida en distintos contextos organizacionales.

Asimismo, dichos estudios facilitan la identificación de patrones de adopción tecnológica y permiten evaluar los efectos de la transformación digital sobre variables como productividad, competitividad y desempeño organizacional (Brodny y Tutak 2022; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022; Moreira et al. 2025). En consecuencia, proporcionan bases metodológicas importantes para el desarrollo de instrumentos cuantitativos orientados a medir la madurez digital empresarial.

En particular, los estudios empíricos sobre madurez digital y adopción de TIC proporcionan metodologías para medir aspectos específicos del proceso de transformación digital, sentando así las bases para el desarrollo de instrumentos cuantitativos como el índice compuesto propuesto en esta investigación. A continuación, se presentan algunos de los enfoques más relevantes identificados en la literatura.

Venkatraman (1994, 74–86) propone un modelo seminal compuesto por cinco niveles que describen la evolución del uso de tecnologías dentro de la organización: explotación localizada, integración interna, rediseño de procesos, rediseño de la red de negocios y redefinición del alcance empresarial. Estas etapas reflejan un proceso progresivo en el que la tecnología de la información deja de ser una herramienta operativa para convertirse en un elemento central de innovación, coordinación interorganizacional y ventaja competitiva. Aunque el modelo fue concebido principalmente para grandes empresas, su estructura conceptual permite analizar la evolución de la madurez digital en distintos contextos organizacionales.

Sobre esta base, Shiels, McIvor y O'Reilly (2003, 1115–23) desarrollan un modelo empírico aplicado a pymes en Irlanda del Norte, en el que organizan la adopción de TIC en cuatro dimensiones interrelacionadas: integración técnica, asociada a la disponibilidad de infraestructura; integración operativa, vinculada al uso de las TIC en procesos internos; integración interorganizacional, centrada en la conexión con clientes y proveedores; e integración estratégica, relacionada con su incorporación en la toma de decisiones. La aplicación de este modelo permite clasificar a las empresas según su nivel de sofisticación tecnológica y analizar su evolución en el tiempo, evidenciando el tránsito desde un uso operativo hacia un uso estratégico de las TIC.

Complementando estos enfoques, Sunday y Vera (2018, 60–72) proponen un modelo basado en el enfoque de capacidades dinámicas para analizar la adopción de TIC en pequeñas empresas. Desde esta perspectiva, la adopción no se concibe como un proceso lineal, sino como un proceso continuo de adaptación en el que las organizaciones desarrollan tres capacidades clave: integración, aprendizaje y reconfiguración.

La integración implica la incorporación efectiva de nuevas tecnologías en las operaciones; el aprendizaje se refiere a la adquisición de conocimientos y habilidades necesarias para su uso; y la reconfiguración alude a la capacidad de transformar procesos y estructuras organizativas en función de la tecnología adoptada.

Según Sunday y Vera (2018, 69–72), estas capacidades varían de acuerdo con la etapa de adopción tecnológica. Mientras la integración adquiere mayor relevancia en fases iniciales, el aprendizaje y la reconfiguración se vuelven fundamentales en etapas más avanzadas de transformación digital. Este enfoque resalta la importancia de la agilidad organizacional dentro de los procesos de adopción tecnológica.

En el contexto europeo, Tutak y Brodny (2022, 4–12) analizan la MD empresarial a partir de la adopción de tecnologías vinculadas a la Industria 4.0, considerando

dimensiones como inteligencia artificial, computación en la nube, ciberseguridad e integración de procesos. A partir de estas dimensiones, los autores construyen índices compuestos que permiten comparar niveles de digitalización entre países de la Unión Europea. Sus resultados evidencian disparidades significativas entre los Estados miembros, reflejando brechas estructurales en la transformación digital del tejido empresarial. Aunque el análisis se realiza a nivel agregado, el estudio aporta una base metodológica relevante para medir la madurez digital a partir de indicadores tecnológicos concretos.

Por su parte, Özşahin, Çallı y Coşkun (2022, 6–8) desarrollan y validan una escala para medir la adopción de TIC en pymes de Turquía, basada en cinco dimensiones que representan distintos niveles de madurez digital. La validación empírica, realizada con una muestra de 219 empresas, confirma que la adopción tecnológica constituye un fenómeno multidimensional y no lineal. Desde esta perspectiva, el modelo permite identificar fortalezas y rezagos específicos en cada dimensión, aportando una base conceptual y metodológica útil para evaluar los procesos de transformación digital dentro de las organizaciones.

En este modelo, la madurez digital se concibe como un proceso progresivo de integración de las TIC dentro de la organización, avanzando desde formas básicas de comunicación digital hasta el uso estratégico de la tecnología para la toma de decisiones y la coordinación interorganizacional. A partir de esta lógica evolutiva, los autores estructuran la adopción de TIC en cinco dimensiones interrelacionadas: comunicación, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022, 8–10).

La dimensión de comunicación representa el nivel inicial de adopción digital dentro de la organización y comprende la disponibilidad y uso básico de herramientas tecnológicas, como acceso a internet, correo electrónico, computadoras y presencia digital básica. Según Özşahin, Çallı y Coşkun (2022, 6–7), en esta etapa las TIC son utilizadas principalmente para facilitar tareas elementales de comunicación y acceso a información, manteniendo todavía una integración limitada dentro de los procesos empresariales. No obstante, esta dimensión constituye la base sobre la cual pueden desarrollarse niveles más avanzados de digitalización organizacional.

Por su parte, la integración interna hace referencia al grado en que las organizaciones incorporan sistemas y herramientas digitales dentro de sus procesos administrativos y operativos. Esta dimensión evalúa cómo las TIC contribuyen a

automatizar actividades, mejorar el flujo interno de información y fortalecer la coordinación organizacional mediante sistemas de gestión empresarial, redes internas y plataformas digitales de trabajo. Desde esta perspectiva, la integración interna refleja una transición desde el uso aislado de tecnologías hacia una incorporación más estructurada dentro del funcionamiento organizacional (Venkatraman 1994; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

La dimensión de integración con clientes incorpora variables relacionadas con el uso de plataformas digitales, comercio electrónico y mecanismos de interacción digital con el mercado. En este nivel, las organizaciones utilizan las TIC para gestionar relaciones comerciales, ofrecer servicios digitales y facilitar procesos de compra y comunicación con clientes. De acuerdo con Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), esta dimensión evidencia cómo las tecnologías digitales comienzan a generar valor externo para la organización, fortaleciendo la relación con el entorno y mejorando la experiencia del cliente mediante canales digitales.

En relación con la integración interorganizacional, esta dimensión considera indicadores vinculados con la coordinación digital y la cooperación entre la empresa y actores externos, como proveedores, socios estratégicos y organizaciones de apoyo. En este sentido, las TIC permiten facilitar el intercambio de información, fortalecer redes de colaboración e integrar actividades asociadas a la innovación y la generación de valor dentro de la cadena empresarial. Esta dimensión refleja un nivel más avanzado de madurez digital, caracterizado por la articulación tecnológica entre múltiples actores del ecosistema organizacional (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022; Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003).

Finalmente, la integración estratégica representa el nivel más avanzado de madurez digital dentro del modelo propuesto por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022, 9–10). Esta dimensión implica la incorporación de las TIC como parte de la estrategia organizacional y de los procesos de transformación empresarial. Desde esta perspectiva, las tecnologías digitales dejan de cumplir únicamente funciones operativas y pasan a constituir recursos estratégicos orientados a impulsar la innovación, fortalecer capacidades digitales y mejorar la toma de decisiones. Asimismo, esta dimensión refleja la capacidad organizacional para orientar inversiones tecnológicas que contribuyan a incrementar la competitividad y la adaptación frente a entornos digitales dinámicos.

Más recientemente, Dwivedi et al. (2024) desarrollan un modelo empírico de adopción de TIC en Pymes manufactureras de la India, basado en el análisis de una

muestra de 406 empresas. El modelo identifica 11 dimensiones agrupadas en factores tecnológicos, organizativos y contextuales. Entre los factores más relevantes se encuentran la percepción de beneficios, el apoyo gerencial, la capacidad financiera y elementos externos como el respaldo gubernamental y las alianzas estratégicas. Este estudio evidencia que la adopción de TIC no depende únicamente de factores técnicos, sino también de condiciones organizativas y del entorno institucional.

Finalmente, Satyro et al. (2024) proponen una aproximación cuantitativa basada en la metodología Alkire-Foster para evaluar la transformación digital en Pymes. En su estudio aplicado a empresas portuguesas, desarrollan dos indicadores: el Índice de Integración de Tecnología Digital (DTII), que mide el grado de adopción tecnológica en distintas áreas, y el Índice de Facilitadores de Transformación Digital (DTEI), que evalúa condiciones habilitadoras como infraestructura y competencias digitales. Esta distinción permite identificar si las brechas en la transformación digital se deben a limitaciones en la adopción tecnológica o a carencias estructurales.

En conjunto, los estudios empíricos revisados evidencian que la adopción de TIC y la madurez digital constituyen fenómenos complejos y multidimensionales que no pueden explicarse desde una única perspectiva analítica. Los distintos modelos coinciden en identificar al menos cuatro grandes dimensiones: técnicas, organizativas, estratégicas y contextuales.

Las dimensiones técnicas se refieren a la disponibilidad y uso de tecnologías específicas dentro de la empresa; las organizativas, al modo en que las TIC se integran en procesos internos, estructuras y prácticas culturales; las estratégicas, al uso de la tecnología como apoyo a la toma de decisiones, la innovación y la redefinición del modelo de negocio. Finalmente, las dimensiones contextuales abarcan elementos relacionados con el entorno competitivo, el apoyo institucional y las condiciones del ecosistema empresarial (Venkatraman 1994; Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Sunday y Vera 2018; Dwivedi et al. 2024).

Desde esta perspectiva, los enfoques teóricos y empíricos coinciden en que dichas dimensiones constituyen componentes fundamentales para analizar la madurez digital de manera integral, proporcionando un marco conceptual que permite comprender la interacción entre factores tecnológicos, organizativos y del entorno (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022; Díaz-Arancibia et al. 2024).

Por otro lado, los enfoques basados en indicadores e índices compuestos muestran que es posible operacionalizar esta complejidad y medir la madurez digital de forma

sistemática. Modelos como los de Tutak y Brodny (2022) y Moreira et al. (2025) proponen marcos cuantitativos que permiten identificar el grado de implantación tecnológica en distintos ámbitos de la organización, así como evaluar la presencia de capacidades habilitadoras, como infraestructura digital y competencias del personal. Estas mediciones facilitan la comparación entre empresas o regiones y permiten detectar brechas específicas que limitan el avance digital.

5. Experiencias de medición de adopción de TIC en América del Sur y Ecuador

En América Latina y el Caribe, la adopción de tecnologías digitales por parte de las empresas no ha sido uniforme. Aunque la región ha avanzado significativamente en términos de conectividad y acceso a herramientas digitales básicas, estos avances no siempre se han traducido en verdaderos procesos de transformación digital dentro de las organizaciones. En muchos casos, las TIC continúan utilizándose de manera aislada para funciones operativas o administrativas, sin integrarse estratégicamente en los procesos productivos y modelos de negocio (Banco Mundial 2023; Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

Esta situación se evidencia en el tipo de presencia digital que mantienen muchas empresas de la región. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), más del 60 % de las empresas con acceso a internet dispone únicamente de una presencia digital básica, limitada generalmente a páginas web informativas, sin incorporar funcionalidades transaccionales ni canales digitales integrados en la gestión empresarial. Las limitaciones son aún más marcadas en las micro, pequeñas y medianas empresas (las mipymes), ya que cerca del 70 % no cuenta siquiera con un sitio web, reduciendo considerablemente sus posibilidades de inserción en entornos digitales dinámicos y competitivos (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

Desde la perspectiva del Banco Mundial (2023), este panorama evidencia una brecha persistente en el aprovechamiento estratégico de las TIC dentro del ámbito empresarial. Esta situación limita la incorporación de herramientas como comercio electrónico, automatización de procesos y análisis de datos, afectando directamente la competitividad, la productividad y las oportunidades de crecimiento de las empresas en la región.

En concordancia con lo anterior, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) advierte que una proporción importante de empresas latinoamericanas presenta bajos niveles de adopción incluso de tecnologías digitales de complejidad intermedia, como el

uso de internet para la compra de insumos, la banca electrónica o los canales digitales de venta. Estas diferencias se acentúan según el tamaño empresarial y el país, siendo nuevamente las mipymes las más rezagadas. En este segmento, la adopción de herramientas básicas, como la disponibilidad de un sitio web, constituye un punto de partida fundamental para avanzar hacia tecnologías más sofisticadas, entre ellas computación en la nube, análisis de datos e inteligencia artificial (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

A pesar de estos rezagos estructurales, en los últimos años la región ha experimentado una aceleración en la adopción de tecnologías digitales, impulsada en gran medida por los efectos de la pandemia de COVID-19. La crisis sanitaria evidenció la importancia de las TIC para garantizar la continuidad operativa de las empresas, lo que llevó a muchas organizaciones a intensificar el uso de herramientas digitales para la gestión interna, la relación con clientes y proveedores y la comercialización de bienes y servicios (Núñez et al. 2020).

En este contexto, la transformación digital comenzó a consolidarse no solo como una opción estratégica, sino como un factor clave de resiliencia empresarial. La evidencia regional muestra que las empresas con mayores niveles de adopción digital lograron enfrentar de mejor manera los impactos económicos de la pandemia, registrando menores caídas en ventas, empleo y beneficios en comparación con aquellas menos digitalizadas (ONUDI 2021; Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022). En consecuencia, aunque América del Sur todavía enfrenta importantes desafíos para cerrar las brechas digitales, especialmente en las mipymes, se observan señales positivas de un mayor compromiso empresarial con la transformación digital, apoyado por políticas públicas, mejoras en infraestructura y cambios graduales en la cultura organizacional.

En este escenario regional, diversos organismos internacionales, gobiernos y centros académicos han desarrollado estudios e instrumentos destinados a analizar la adopción de TIC y el nivel de madurez digital de las empresas en América del Sur (Banco Mundial 2023). Estas iniciativas responden a la necesidad de comprender con mayor precisión cómo las organizaciones incorporan las tecnologías digitales en sus operaciones y estrategias de crecimiento, más allá del simple acceso a infraestructura o conectividad.

En general, estos esfuerzos de medición han buscado superar los indicadores tradicionales centrados únicamente en infraestructura y conectividad, incorporando dimensiones relacionadas con el uso efectivo de las TIC, su integración en los procesos

productivos y las capacidades organizacionales vinculadas a la transformación digital (Tutak y Brodny 2022; Moreira et al. 2025).

En este ámbito destacan los estudios impulsados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Mundial, así como distintas iniciativas nacionales de diagnóstico y autoevaluación empresarial. En conjunto, estas experiencias han permitido generar evidencia comparada sobre las brechas digitales existentes entre países, sectores y tamaños de empresa, constituyéndose en insumos relevantes para el diseño de políticas públicas y estrategias de transformación digital en la región (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022; Banco Mundial 2023; ESPOL y Ecuador MINTEL 2024).

En este marco, los estudios empíricos desarrollados en América Latina sobre adopción de TIC evidencian una evolución progresiva en los enfoques de análisis. Inicialmente centrados en la medición de infraestructura básica —como disponibilidad de equipos y conectividad—, estos estudios han incorporado de manera creciente modelos de madurez digital e indicadores compuestos orientados a evaluar no solo el grado de adopción tecnológica, sino también sus efectos sobre el desempeño organizacional y productivo (Alderete 2012).

Asimismo, Según Chavarry y Revinova (2025) la evidencia regional muestra una marcada heterogeneidad en los niveles de desarrollo digital. Mientras países como Brasil, Chile, México, Colombia y Argentina presentan mayores avances en digitalización empresarial, economías como Bolivia, Ecuador y varios países de Centroamérica registran progresos más moderados.

A pesar de compartir desafíos estructurales similares, los países de América del Sur presentan distintos niveles de avance en la medición y adopción de TIC. Estas diferencias se reflejan tanto en el desarrollo de instrumentos de evaluación como en el grado de incorporación tecnológica dentro del sector empresarial (Banco Mundial 2023).

En el caso de Colombia, diversos estudios han priorizado la construcción de indicadores sintéticos para medir la adopción tecnológica a nivel empresarial, destacando el IUPITIC (índice de uso, preparación e impacto de las TIC). Sus resultados evidencian que el nivel de adopción en empresas de servicios aún es bajo y presenta variaciones significativas según el tamaño de la firma (Alderete 2012). Asimismo, Duran y Castillo (2023) encontraron que factores demográficos, como la edad y el género del propietario, así como el nivel de formalidad empresarial, influyen directamente en la probabilidad de adopción tecnológica en microempresas. Estos hallazgos se complementan con estudios

sobre Industria 4.0 que identifican desafíos persistentes en infraestructura y costos de inversión, especialmente en sectores manufactureros y agrícolas.

En contraste, Chile se posiciona como uno de los países más avanzados en el desarrollo de herramientas de medición y diagnóstico de la madurez digital. Ha sido pionero en la implementación de instrumentos como el *Chequeo Digital*, posteriormente replicado en más de doce países de la región con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID 2024).

Sin embargo, la evidencia empírica muestra que estos avances no eliminan completamente las brechas digitales. Los estudios realizados por Sánchez et al.(2025) en el clúster minero de Antofagasta sitúan el nivel de madurez digital en valores intermedios, con fortalezas en la gestión de datos, pero limitaciones en automatización, robótica y ciberseguridad. Asimismo, investigaciones desarrolladas en la región del Biobío evidencian que factores organizacionales, particularmente la cultura empresarial y el conocimiento de los líderes, influyen directamente en la profundidad de la adopción tecnológica (Gatica et al. 2024).

Por su parte, en Argentina los estudios han profundizado en la incorporación de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 en regiones estratégicas como Santa Fe y Córdoba. Según Morales, Fernández y Vidal (2025), aunque la adopción tecnológica todavía es incipiente, se observa una tendencia creciente hacia el uso de inteligencia artificial, Internet de las Cosas (IoT) y computación en la nube, principalmente orientadas a mejorar la eficiencia productiva y optimizar procesos organizacionales. No obstante, estos avances coexisten con restricciones estructurales, como la inestabilidad económica y las limitaciones en acceso a financiamiento, que continúan condicionando la velocidad de la transformación digital.

En una línea similar, aunque con menores niveles de avance, Ecuador ha desarrollado esfuerzos de medición centrados principalmente en herramientas de diagnóstico empresarial como el *Chequeo Digital*, implementado por la ESPOL. Los resultados más recientes (2022–2023), basados en 770 empresas, indican que cerca del 48% de las mipymes se ubican en un nivel “Inicial” de madurez digital, mostrando debilidades particularmente marcadas en la dimensión de datos y analítica (ESPOL y Ecuador MINTEL 2024).

Este diagnóstico es consistente con evaluaciones más amplias, como el Diagnóstico de Preparación Digital (DRA) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que sitúa al Ecuador en una fase “Sistemática”, reconociendo

avances en apoyo institucional, pero también limitaciones en el desarrollo del ecosistema empresarial y la interoperabilidad digital (PNUD 2023).

Por otra parte, la adopción de TIC en los distintos sectores económicos constituye un proceso heterogéneo, condicionado por las características productivas, el nivel de sofisticación tecnológica y la capacidad de adaptación organizacional de cada industria. Aunque el avance del ecosistema digital ha transformado progresivamente los modelos de negocio y las dinámicas de producción, la pandemia de COVID-19 aceleró significativamente estos procesos, obligando a muchas empresas a incorporar herramientas digitales para garantizar la continuidad operativa y mantener su competitividad (BID 2017; Núñez et al. 2020).

No obstante, persisten importantes brechas estructurales relacionadas con infraestructura tecnológica, acceso a conectividad y disponibilidad de talento digital, especialmente en economías emergentes. En este contexto, la velocidad de adopción y el potencial de transformación tecnológica difieren entre sectores. Mientras actividades vinculadas a información, finanzas y comercio presentan mayores niveles de digitalización, sectores tradicionales como construcción y minería muestran procesos más graduales de incorporación tecnológica (Núñez et al. 2020).

En el sector comercio, la adopción de TIC se caracteriza por una rápida expansión del comercio electrónico, las plataformas digitales y las estrategias de marketing digital. Según el BID (2017), este constituye uno de los sectores con mayor potencial de transformación digital, debido a que la incorporación de herramientas digitales ha permitido ampliar mercados y optimizar la experiencia del consumidor.

Además, en América Latina el uso de internet para operaciones financieras y adquisición de insumos presenta niveles relativamente elevados. Sin embargo, la penetración efectiva de ventas digitales en pequeñas y medianas empresas continúa siendo inferior a la observada en economías desarrolladas (Núñez et al. 2020).

Por su parte, el sector manufacturero atraviesa una transición hacia el paradigma de la Industria 4.0, sustentado en tecnologías como Internet de las Cosas (IoT), analítica de datos y automatización inteligente digitalización, sectores tradicionales como construcción y minería muestran procesos más graduales de incorporación tecnológica (Núñez et al. 2020).

En el sector comercio, la adopción de TIC se caracteriza por una rápida expansión del comercio electrónico, las plataformas digitales y las estrategias de marketing digital. Según el BID (2017), este constituye uno de los sectores con mayor potencial de

transformación digital, debido a que la incorporación de herramientas digitales ha permitido ampliar mercados y optimizar la experiencia del consumidor.

Además, en América Latina el uso de internet para operaciones financieras y adquisición de insumos presenta niveles relativamente elevados. Sin embargo, la penetración efectiva de ventas digitales en pequeñas y medianas empresas continúa siendo inferior a la observada en economías desarrolladas (Núñez et al. 2020). Aunque se trata de un sector tradicionalmente intensivo en tecnología, América Latina todavía presenta rezagos respecto a países de la OCDE en términos de sofisticación de procesos y acceso a tecnologías avanzadas.

Aun así, la incorporación de sensores inteligentes y sistemas de mantenimiento predictivo ha contribuido a reducir costos operativos, mejorar la eficiencia energética y optimizar las cadenas de producción (Núñez et al. 2020; Gatica et al. 2024).

En contraste, el sector minero presenta una adopción tecnológica más lenta y de largo plazo, debido tanto a la complejidad de sus operaciones como a los elevados costos de implementación. Aunque la utilización de infraestructura IoT todavía es limitada, existe un creciente interés por la sensorización de maquinaria y los sistemas de monitoreo de activos orientados a mejorar la gestión operativa y prevenir fallas en los procesos productivos (Sánchez et al. 2025).

Asimismo, algunos países de la región, como Brasil, muestran una presencia de habilidades tecnológicas disruptivas superior al promedio mundial, evidenciando un potencial importante para el desarrollo de capacidades digitales avanzadas dentro de la actividad minera (Núñez et al. 2020; Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

De manera similar, el sector construcción continúa siendo uno de los ámbitos con menor integración de herramientas digitales, pese a las oportunidades de mejora en productividad y eficiencia. Las características tradicionales de sus procesos productivos han dificultado históricamente la incorporación de tecnologías avanzadas, razón por la cual suele clasificarse como un sector de bajo potencial digital inmediato (Faruque et al. 2024; Núñez et al. 2020).

No obstante, los esfuerzos recientes se han enfocado en la digitalización de la gestión de activos, equipamiento y planificación de proyectos, aunque la disponibilidad de capital humano con competencias digitales especializadas sigue siendo limitada en la región (Faruque et al. 2024).

Finalmente, el sector servicios presenta un panorama heterogéneo en términos de madurez digital. Mientras actividades como servicios financieros y telecomunicaciones

lideran la transformación tecnológica, otros servicios tradicionales muestran avances más moderados. En este contexto, destacan particularmente los servicios empresariales intensivos en conocimiento (KIBS), los cuales exhiben una mayor incorporación de habilidades tecnológicas avanzadas (Faruque et al. 2024).

Asimismo, áreas como logística y transporte han intensificado el uso de TIC e IoT para optimizar rutas, mejorar la trazabilidad de mercancías y automatizar procesos administrativos, incrementando así su productividad y capacidad operativa (Núñez et al. 2020).

En conjunto, la evidencia revisada muestra que la adopción de TIC y los niveles de madurez digital en América del Sur presentan avances importantes, aunque todavía marcados por brechas estructurales entre países, sectores económicos y tamaños empresariales. Si bien la región ha fortalecido progresivamente sus capacidades digitales y los mecanismos de medición, persisten desafíos relacionados con infraestructura, capacidades organizacionales y aprovechamiento estratégico de las tecnologías digitales.

En este contexto, la construcción de instrumentos de medición orientados a evaluar la madurez digital empresarial adquiere especial relevancia, ya que permite identificar niveles de avance, detectar brechas de adopción tecnológica y generar información útil para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de transformación digital, particularmente en economías en desarrollo como Ecuador.

Capítulo segundo

Metodología de investigación

Este capítulo presenta la metodología utilizada para construir el índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC. Se describe el enfoque cuantitativo, descriptivo y analítico de la investigación, así como el uso de la ENESEM 2023 como fuente de información. A partir del modelo de adopción de TIC de Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), complementado con otros referentes teóricos, se establece una estructura multidimensional conformada por cinco dimensiones de análisis. Asimismo, se explican los criterios metodológicos empleados para la codificación, normalización, construcción de los subíndices y agregación del índice global, incluyendo la ponderación diferenciada de las dimensiones mediante criterio experto. Finalmente, se presentan los procedimientos complementarios utilizados para examinar la consistencia interna y la estructura estadística del índice mediante el Alfa de Cronbach y el análisis factorial exploratorio.

1. Tipo de estudio y enfoque metodológico

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y analítico, orientado a evaluar el nivel de madurez digital en la adopción de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en medianas y grandes empresas del Ecuador. El estudio es de carácter no experimental y transversal, ya que analiza información secundaria correspondiente al año 2023 sin manipulación de variables, utilizando como fuente principal la encuesta estructural empresarial (ENESEM) del INEC.

Metodológicamente, la investigación se basa en la construcción de un índice compuesto de madurez digital, entendido como una herramienta sintética que integra múltiples dimensiones asociadas a la adopción y uso de TIC dentro de las empresas. Este enfoque permite medir un fenómeno complejo y multidimensional, facilitando la comparación entre empresas y sectores económicos, así como la identificación de brechas relativas en los procesos de adopción de las TIC en las empresas.

La literatura especializada sostiene que la adopción de TIC no constituye un proceso unidimensional, sino que involucra distintos niveles de integración tecnológica, organizacional y estratégica (Shiels, McIvor y O'Reilly, 2003). En esta línea, Özşahin,

Çallı y Coşkun (2022) desarrollan una escala multidimensional de adopción de TIC que considera dimensiones relacionadas con la comunicación, integración interna, relación con clientes e integración estratégica, evidenciando la pertinencia de utilizar indicadores compuestos para evaluar procesos de digitalización empresarial.

Asimismo, los estudios sobre transformación y madurez digital destacan que los índices compuestos permiten operacionalizar conceptos abstractos y evaluar niveles relativos de desarrollo tecnológico en las organizaciones, constituyéndose en instrumentos útiles para el análisis empresarial y la formulación de políticas públicas (Venkatraman, 1994; Moreira et al., 2025). En consecuencia, el enfoque adoptado resulta consistente con la literatura contemporánea sobre medición de madurez digital y adopción de TIC.

2. Fuente de datos y variables

La presente investigación utiliza como fuente de información la encuesta nacional estructural empresarial (ENESEM) 2023, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del Ecuador. La ENESEM constituye una operación estadística oficial de periodicidad anual que recopila información económica, organizacional y tecnológica de las empresas formales del país, permitiendo analizar aspectos relacionados con la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), innovación, productividad y estructura empresarial. Debido a su cobertura nacional y a la amplitud de variables disponibles, esta encuesta representa una fuente adecuada para el estudio de la madurez digital en la adopción de TIC en el contexto empresarial ecuatoriano (Ecuador INEC 2025).

La ENESEM 2023 emplea un diseño muestral mixto, basado en inclusión forzosa para las empresas grandes y muestreo probabilístico para las empresas medianas. Para esta investigación se utilizó la muestra efectiva publicada por el INEC, conformada por 4.436 empresas medianas y grandes pertenecientes a los sectores de manufactura, minería, construcción, comercio y servicios, con cobertura nacional, incluida la región Insular (Ecuador INEC 2025). La construcción del índice compuesto, las estadísticas descriptivas y los análisis posteriores se realizaron sobre las observaciones efectivamente registradas en la base de datos, sin aplicar factores de expansión o ponderadores muestrales. Esta decisión responde a que el objetivo principal de la investigación consiste en desarrollar y aplicar una medida sintética de madurez digital a nivel empresarial, más que en estimar parámetros poblacionales agregados.

Las variables utilizadas provienen principalmente del Capítulo 11: tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de la ENESEM 2023. A partir de esta información se construyeron las cinco dimensiones consideradas en el índice: comunicación digital, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. La selección de los indicadores se fundamentó en el modelo de adopción de TIC desarrollado por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), así como en criterios de equivalencia conceptual, disponibilidad de información y pertinencia para el contexto de las medianas y grandes empresas ecuatorianas. En conjunto, las variables seleccionadas permiten capturar distintos niveles de adopción e integración de TIC, incorporando aspectos relacionados con comunicación digital, automatización de procesos, relación con clientes, cooperación empresarial, capacidades digitales e inversión tecnológica.

3. Criterios de agrupación y estructura de indicadores

La estructura del índice compuesto de madurez digital se sustenta en la premisa de que la adopción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) constituye un proceso multidimensional y progresivo que trasciende la simple disponibilidad de infraestructura tecnológica, incorporando distintos niveles de integración organizacional y estratégica. Como marco de referencia principal se adoptó el modelo de adopción de TIC desarrollado por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), el cual identifica cinco dimensiones complementarias: comunicación digital, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. La selección de este modelo responde a que fue desarrollado y validado empíricamente en el contexto de una economía en desarrollo, proporcionando una estructura conceptual adecuada para analizar los distintos niveles de adopción e integración de TIC en el ámbito empresarial.

Con el propósito de fortalecer la validez conceptual del índice y adaptar su aplicación al contexto de las medianas y grandes empresas ecuatorianas, las dimensiones propuestas fueron contrastadas con enfoques clásicos y contemporáneos sobre adopción tecnológica, transformación digital y madurez organizacional. En particular, Venkatraman (1994) plantea que la incorporación de tecnologías de información evoluciona desde aplicaciones operativas básicas hasta niveles de integración y transformación estratégica del negocio. De manera complementaria, Shiels, McIvor y O'Reilly (2003) destacan la existencia de distintos niveles de integración tecnológica

asociados a procesos internos, relaciones externas y capacidades estratégicas de las organizaciones. Estos planteamientos son consistentes con la concepción de la adopción de TIC como un proceso evolutivo que involucra capacidades tecnológicas, organizacionales y de coordinación empresarial.

Sobre la base de estas referencias teóricas, el índice se estructuró en cinco dimensiones interrelacionadas: i) comunicación digital, ii) integración interna, iii) integración con clientes, iv) integración interorganizacional y v) integración estratégica. Cada dimensión agrupa indicadores provenientes principalmente del capítulo de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de la ENESEM 2023, seleccionados en función de su coherencia conceptual y de su capacidad para representar distintos niveles de adopción e integración tecnológica en las empresas. Bajo esta lógica, los indicadores no son considerados manifestaciones de una única variable latente, sino componentes que contribuyen conjuntamente a la construcción de la madurez digital en la adopción de TIC.

La estructura propuesta se sustenta en la literatura especializada, la cual reconoce que la madurez digital en la adopción de TIC no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino también de la capacidad organizacional para integrar las TIC en los procesos internos, las relaciones con clientes y actores externos, así como en la planificación estratégica de la empresa. En consecuencia, la medición de este fenómeno requiere incorporar indicadores que representen diferentes capacidades y niveles de integración tecnológica, lo que justifica el carácter multidimensional y principalmente formativo del índice construido en esta investigación (Diamantopoulos y Winklhofer 2001; OECD 2008; Özşahin, Çallı y Coşkun 2022).t

4. Codificación y orientación de indicadores

En primer lugar, se define la dirección de cada indicador, de manera que valores mayores representen mayores niveles de madurez digital, siguiendo criterios de consistencia utilizados en la construcción de indicadores compuestos y escalas multidimensionales de adopción tecnológica (OECD 2008). Para indicadores binarios, se adopta la siguiente codificación:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si la empresa } i \text{ presenta el atributo TIC } j \\ 0, & \text{si no lo presenta} \end{cases}$$

Cuando existen indicadores con orientación inversa —por ejemplo, variables asociadas a limitaciones o ausencia de capacidades digitales— se aplica una recodificación para mantener coherencia en la interpretación:

$$x'_{ij} = 1 - x_{ij}$$

Esta etapa garantiza que la interpretación del índice sea consistente: un aumento en el valor del índice siempre implica mayor madurez digital.

5. Normalización de indicadores

Debido a que los indicadores utilizados presentan diferentes escalas de medición (binarias, ordinales y continuas), se requiere un proceso de normalización previo a su agregación, con el fin de garantizar comparabilidad entre variables. Siguiendo las recomendaciones metodológicas para la construcción de índices compuestos OECD (2008), en esta investigación se adopta la normalización Min–Max por su simplicidad e interpretabilidad:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

donde $z_{ij} \in [0,1]$. Así, un valor cercano a 1 representa un mayor nivel relativo del indicador en la muestra. Para variables binarias, la normalización mantiene los valores en 0 y 1, por lo que no altera su interpretación.

Como alternativa metodológica (en caso de requerirse robustez), puede considerarse la estandarización tipo z-score:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}$$

Sin embargo, se privilegia Min–Max porque facilita la interpretación del índice final en una escala 0–1.

6. Construcción de subíndices por dimensión

El índice de madurez digital se estructura en K dimensiones, alineadas con el marco teórico adoptado: comunicación digital, integración interna, integración con

clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. Para cada dimensión k , se agrupan m_k indicadores normalizados.

El subíndice dimensional para cada empresa i se calcula mediante una agregación lineal ponderada:

$$D_{ik} = \sum_{j \in k} w_{jk} z_{ij}$$

donde w_{jk} representa el peso del indicador j dentro de la dimensión k , cumpliendo:

$$\sum_{j \in k} w_{jk} = 1$$

Siguiendo criterios de transparencia y simplicidad metodológica ampliamente utilizados en índices compuestos (OECD 2008; Greco et al. 2019), se adopta ponderación equitativa dentro de cada dimensión:

$$w_{jk} = \frac{1}{m_k}$$

Este criterio resulta adecuado cuando no existe evidencia teórica o empírica suficiente para justificar pesos diferenciados entre indicadores pertenecientes a un mismo constructo.

7. Construcción del índice global

Una vez estimados los subíndices dimensionales, el índice global de madurez digital para cada empresa se obtiene mediante la agregación ponderada de las dimensiones:

$$I_i = \sum_{k=1}^K \alpha_k D_{ik}$$

donde α_k representa el peso asignado a cada dimensión y cumple:

$$\sum_{k=1}^K \alpha_k = 1$$

A diferencia de la ponderación equitativa tradicionalmente utilizada en índices compuestos, esta investigación emplea una ponderación diferenciada entre dimensiones basada en criterio experto. Para ello, se consultó a especialistas con trayectoria en transformación digital, tecnologías de la información e innovación empresarial, quienes evaluaron la relevancia relativa de cada componente dentro del proceso de madurez digital.

El grupo estuvo conformado por académicos e investigadores en sistemas e innovación, consultores en transformación digital, responsables TIC y directivos vinculados a procesos de digitalización empresarial. Asimismo, la mayoría de los participantes contaba con más de diez años de experiencia profesional y trayectoria en sectores como servicios, comercio y tecnología transversal.

Los pesos finales fueron obtenidos mediante promedio ponderado de las valoraciones realizadas por los expertos, con el propósito de reflejar de manera más precisa la importancia relativa de cada dimensión en el contexto de medianas y grandes empresas ecuatorianas. Este enfoque permite incorporar conocimiento especializado y reducir el carácter arbitrario de la asignación de pesos, aspecto ampliamente reconocido como una de las decisiones metodológicas más sensibles en la construcción de índices compuestos (Nardo et al. 2008; Greco et al. 2019).

La utilización de ponderaciones diferenciadas resulta consistente con la literatura sobre transformación digital, la cual señala que las dimensiones de la madurez digital no necesariamente contribuyen de manera homogénea al desempeño digital empresarial, especialmente en contextos de economías emergentes donde factores organizacionales, capacidades internas y uso estratégico de las TIC pueden ejercer influencias diferenciadas sobre los procesos de digitalización (Dwivedi et al. 2024; Díaz-Arancibia et al. 2024).

En consecuencia, el índice global representa una medida sintética de la madurez digital empresarial que integra tanto la estructura multidimensional del fenómeno como la importancia relativa atribuida a cada dimensión mediante validación experta.

8. Escalamiento e interpretación del índice

El índice global puede reportarse en escala 0–1. Si se requiere una escala más intuitiva para reportes comparativos, puede transformarse a 0–100 mediante:

$$I_i^{(100)} = 100 \cdot I_i$$

donde:

- $I_i^{(100)}$ representa el puntaje de madurez digital en una escala porcentual. Este escalamiento facilita la comunicación de resultados a públicos no técnicos y la comparación entre sectores.

9. Evaluación complementaria de consistencia interna mediante el Alfa de Cronbach

Debido al carácter principalmente formativo del índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC, la validez del instrumento no se sustenta exclusivamente en la existencia de elevadas correlaciones entre los indicadores que lo conforman. No obstante, con el propósito de examinar el comportamiento estadístico de las variables consideradas y evaluar su grado de asociación dentro de cada dimensión, se estimó “el coeficiente Alfa de Cronbach (α), estadístico ampliamente utilizado para analizar la consistencia interna de conjuntos de indicadores” (Cronbach 1951, 297).

El coeficiente Alfa de Cronbach permite evaluar el nivel de asociación existente entre las variables que integran una dimensión determinada, aportando evidencia complementaria sobre la coherencia estadística de la estructura propuesta. En consecuencia, sus resultados deben interpretarse como un análisis exploratorio complementario y no como el principal criterio de validación del índice compuesto.

Matemáticamente, el Alfa de Cronbach se expresa como:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k \sigma_j^2}{\sigma_T^2} \right)$$

donde:

- k representa el número de indicadores que conforman la escala o dimensión;
- σ_j^2 corresponde a la varianza del indicador j ;
- σ_T^2 representa la varianza total de la suma de los indicadores.

El coeficiente evalúa la proporción de la varianza total atribuible a la covariación común entre los indicadores. Valores elevados de α indican una mayor asociación y coherencia estadística entre las variables consideradas, mientras que valores bajos

sugieren una menor homogeneidad en el comportamiento de los indicadores que integran la dimensión analizada.

Siguiendo criterios comúnmente aceptados en la literatura (Hair et al. 2019), los valores del Alfa de Cronbach se interpretan de la siguiente manera:

- $\alpha \geq 0,90$: consistencia excelente;
- $0,80 \leq \alpha < 0,90$: consistencia buena;
- $0,70 \leq \alpha < 0,80$: consistencia aceptable;
- $0,60 \leq \alpha < 0,70$: consistencia moderada;
- $\alpha < 0,60$: consistencia baja.

En esta investigación, el Alfa de Cronbach se calculó tanto para cada dimensión del índice como para el conjunto global de indicadores, con el propósito de examinar la coherencia estadística de las variables consideradas y aportar evidencia complementaria sobre el comportamiento de la estructura multidimensional propuesta para representar la madurez digital en la adopción de TIC.

10. Evaluación complementaria de la validez de constructo mediante análisis factorial exploratorio (AFE)

Como complemento al análisis de consistencia interna, se aplicará un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) con el propósito de aportar evidencia empírica adicional sobre la estructura de los indicadores considerados en el índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC. Si bien la validez del índice se sustenta principalmente en la fundamentación teórica del modelo de referencia, la trazabilidad conceptual de los indicadores y la validación de contenido realizada mediante consulta a expertos, el AFE permitirá examinar la correspondencia entre la estructura estadística observada y las dimensiones conceptuales propuestas en la investigación (Hair et al. 2019; Lloret-Segura et al. 2014).

El análisis factorial exploratorio constituye una técnica multivariante que permite identificar patrones de asociación entre variables observadas y explorar la existencia de estructuras subyacentes dentro de un conjunto de datos. En el contexto de esta investigación, su aplicación tendrá un carácter complementario y exploratorio, orientado a evaluar la coherencia estadística de los indicadores seleccionados y su compatibilidad con la estructura multidimensional del índice (Hair et al. 2019).

Previo a la estimación factorial, se evaluará la adecuación de los datos mediante la medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. El

estadístico KMO permitirá verificar si los datos reúnen las condiciones necesarias para aplicar el análisis factorial, mientras que la prueba de Bartlett permitirá determinar si la matriz de correlaciones presenta diferencias significativas respecto de una matriz identidad, lo que evidenciará la existencia de relaciones estadísticas entre las variables analizadas (Kaiser 1974; Bartlett 1954)

Posteriormente, se aplicará un método de extracción factorial con rotación Varimax, técnica ampliamente utilizada para facilitar la interpretación de los factores mediante la maximización de las cargas factoriales de cada variable sobre un único factor (Hair et al. 2019). Las cargas factoriales obtenidas permitirán examinar el grado de asociación entre los indicadores y los factores identificados, aportando evidencia complementaria sobre la coherencia estructural de las dimensiones consideradas en el índice.

En términos de interpretación, se considerarán adecuadas cargas factoriales iguales o superiores a 0,50, dado que este umbral indica una relación sustancial entre el indicador observado y el factor latente correspondiente (Hair et al. 2019). Asimismo, se analizará la varianza total explicada por los factores identificados, con el fin de evaluar la capacidad del modelo factorial para representar la estructura multidimensional de la madurez digital empresarial.

Capítulo tercero

Resultados y discusión

A partir de la estructura metodológica planteada y de las dimensiones definidas para el índice compuesto de madurez digital en adopción de TIC, en este capítulo se presentan los resultados obtenidos para las medianas y grandes empresas ecuatorianas utilizando información de la encuesta estructural empresarial (ENESEM) 2023 elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

En primer lugar, se presenta una caracterización general de las empresas analizadas, considerando variables relacionadas con el tamaño empresarial, sector económico y adopción básica de tecnologías de la información y comunicación (TIC). Esta descripción permite contextualizar el nivel de digitalización empresarial existente en el país y establecer una base interpretativa para el análisis posterior de las dimensiones del índice.

Posteriormente, el análisis se desarrolla a partir de las cinco dimensiones propuestas: comunicación digital, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. Los resultados se presentan desagregados por sector económico y tamaño de empresa, con el propósito de identificar diferencias en los niveles de adopción de TIC y en los procesos de madurez digital empresarial.

Finalmente, se analiza el comportamiento del índice global de madurez digital y su distribución entre los distintos grupos empresariales, permitiendo identificar patrones de adopción tecnológica, niveles relativos de desarrollo digital y brechas existentes entre sectores y tamaños empresariales.

1. Caracterización general de las empresas analizadas

La muestra analizada estuvo conformada por 4.436 medianas y grandes empresas incluidas en la ENESEM 2023. En términos de tamaño empresarial, predominan las grandes empresas, que representan el 79,01 % de la muestra (3.505 empresas), mientras que las medianas empresas constituyen el 20,99 % restante (931 empresas). Esta composición responde al diseño muestral de la encuesta, el cual contempla inclusión

forzosa para empresas grandes debido a su relevancia económica y un componente probabilístico para las empresas medianas.

Respecto a la distribución sectorial, el sector comercio concentra la mayor participación con el 45,87 % de las empresas analizadas, seguido por el sector servicios con el 29,53 %, mientras que las actividades de manufactura, minería y construcción representan conjuntamente el 24,59 % de la muestra. Esta estructura refleja la importancia relativa de las actividades comerciales y de servicios dentro del tejido empresarial formal investigado por la ENESEM.

En relación con la adopción general de tecnologías de la información y comunicación (TIC), los resultados muestran una amplia presencia de herramientas digitales básicas entre las empresas ecuatorianas. El 70,48 % de las empresas reportó utilizar redes sociales como medio de comunicación empresarial, constituyéndose en el indicador con mayor nivel de adopción. De forma similar, el 66,13 % indicó disponer de sitio o página web, evidenciando una presencia digital relativamente extendida en el segmento empresarial analizado.

Por otra parte, el 59,77 % de las empresas señaló haber realizado inversiones en TIC durante el año 2023, lo que refleja un nivel importante de incorporación tecnológica en las actividades empresariales. Sin embargo, la adopción de mecanismos de comercio electrónico presenta niveles más moderados, ya que únicamente el 36,32 % de las empresas reportó realizar ventas de bienes o servicios por internet. Este resultado sugiere que, aunque existe una adopción relativamente amplia de herramientas digitales de comunicación y presencia en línea, los procesos de digitalización vinculados con actividades comerciales digitales aún muestran importantes espacios de desarrollo.

Al desagregar los resultados por tamaño de empresa, se observan diferencias consistentes en favor de las grandes empresas. El 69,78 % de las grandes empresas dispone de sitio o página web, frente al 52,42 % de las medianas empresas. De igual manera, las empresas grandes presentan mayores niveles de inversión en TIC (64,38 %) en comparación con las medianas (42,43 %). Estas diferencias también se evidencian en las ventas por internet y en el uso de redes sociales, donde las grandes empresas registran mayores niveles de adopción digital. En conjunto, estos resultados sugieren que el tamaño empresarial continúa siendo un factor relevante en los procesos de incorporación y aprovechamiento de tecnologías digitales (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

2. Resultados de cada dimensión por sector económico y tamaño de empresa

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las cinco dimensiones que conforman el índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC. En cada dimensión se describe su fundamento conceptual, las variables empleadas para su construcción, el procedimiento utilizado para generar el indicador y la distribución de los niveles de madurez según sector económico y tamaño de empresa. Finalmente, se realiza una interpretación de los principales resultados, contrastándolos con la literatura especializada sobre adopción de TIC y madurez digital empresarial.

2.1. Dimensión 1: Comunicación digital (uso básico de TIC)

La dimensión de comunicación digital representa el nivel inicial de adopción de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en las empresas, asociado principalmente al acceso y uso de herramientas digitales básicas que facilitan los procesos de comunicación e intercambio de información. En esta etapa, las tecnologías digitales cumplen principalmente funciones operativas y de conectividad, sin implicar todavía niveles avanzados de integración organizacional o estratégica (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Para evaluar esta dimensión, se utilizaron variables del Capítulo 11 de la encuesta estructural empresarial (ENESEM) 2023 relacionadas con el acceso y uso de herramientas digitales de comunicación. La Tabla 1 presenta las variables consideradas para la construcción de la dimensión de comunicación digital, así como la distribución de respuestas asociadas a su utilización por parte de las empresas analizadas.

Tabla 2

Variables que conforman la Dimensión 1

Nro.	Variable	Sí	Sí (%)	No	No (%)
1	Acceso a internet	4381	98,78	54	1,22
2	Uso de correo	4276	96,41	159	3,59
3	Uso de redes sociales	3126	70,48	1309	29,52
4	Mensajería	3894	87,80	541	12,20
5	Video conferencia	3801	85,70	634	14,30
6	Uso celulares o móviles	4193	94,54	242	5,46

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Nota: Las variables que conforman el modelo fueron construidas con la encuesta estructural empresarial (ENESEM) 2023, Capítulo 11: Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Para la construcción del indicador correspondiente a la Dimensión 1 se consideraron dos componentes: (i) el acceso y (ii) el uso de herramientas de comunicación digital. El acceso se capturó mediante la variable “acceso a internet”, que identifica si la empresa dispuso de conexión durante el año 2023. Por su parte, el uso se representó a través de cinco variables asociadas al empleo de medios de comunicación digital: correo electrónico, redes sociales, servicios de mensajería, video conferencia y uso de teléfonos celulares o móviles.

Estas herramientas fueron consideradas como mecanismos de interacción y comunicación organizacional, dado que la ENESEM evalúa su utilización no únicamente con fines publicitarios, sino también para procesos de comunicación con clientes, proveedores y otros actores vinculados a la actividad empresarial. En este sentido, la dimensión busca capturar capacidades básicas de conectividad e interacción digital, asociadas a etapas iniciales de adopción de TIC en las organizaciones.

Todas las variables se codificaron de forma dicotómica y el indicador de la dimensión se construyó mediante un promedio simple. Este procedimiento sigue enfoques utilizados en estudios de adopción y madurez digital, donde la agregación de prácticas tecnológicas básicas permite caracterizar niveles iniciales de adopción de TIC de manera parsimoniosa y comparable (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022; Tutak y Brodny 2022).

Con el propósito de facilitar la interpretación descriptiva y la comparación de resultados, el indicador normalizado en una escala de 0 a 1, se clasificó en tres niveles: bajo, medio y alto, utilizando puntos de corte definidos por tercios de la escala. Esta clasificación tiene un propósito analítico y no normativo, en concordancia con las recomendaciones metodológicas para el análisis de indicadores compuestos, las cuales sugieren el uso de categorías interpretativas para apoyar comparaciones entre grupos y facilitar la lectura de resultados (OECD 2008).

La Figura 1 presenta la distribución porcentual de los niveles de madurez en la adopción de TIC básicas correspondientes a la dimensión de comunicación digital, desagregada por sector económico y tamaño de empresa.

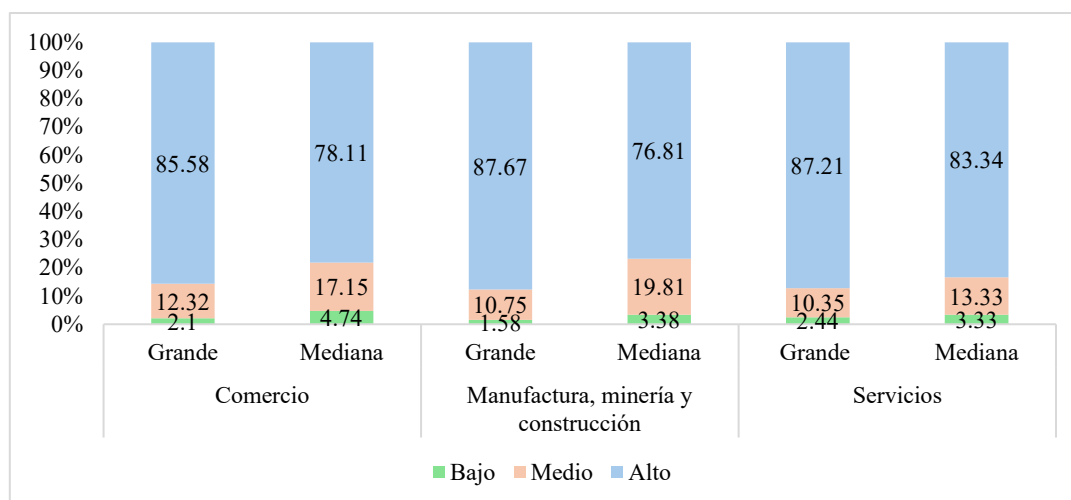


Figura 1. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de comunicación digital

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Al comparar los resultados por tamaño de empresas, se observa un patrón consistente en los tres sectores analizados: las grandes empresas presentan mayores niveles de adopción alta de TIC básicas que las medianas empresas. En manufactura, minería y construcción, el nivel alto alcanza el 87,67 % en las grandes empresas frente al 76,81 % en las medianas; en servicios, los porcentajes corresponden a 87,21 % y 83,34 %, respectivamente; mientras que en comercio la diferencia es de 85,58 % frente a 78,11 %.

Este comportamiento sugiere que las empresas de mayor tamaño poseen mejores condiciones para incorporar TIC en sus procesos operativos y de comunicación organizacional, debido a una mayor disponibilidad de infraestructura tecnológica, recursos financieros y capacidades organizacionales. En esta línea, la literatura sobre adopción de TIC señala que el tamaño empresarial influye directamente en la capacidad de integrar tecnologías digitales dentro de las operaciones empresariales (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Estos resultados coinciden además con los diagnósticos nacionales de transformación digital, donde se evidencia que las empresas más grandes presentan mayores niveles de inversión tecnológica y mejores condiciones de preparación digital en comparación con las medianas empresas (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022; PNUD 2023).

Desde una perspectiva sectorial, las grandes empresas presentan niveles de adopción alta relativamente homogéneos entre sectores, con porcentajes superiores al 85 % en manufactura, minería y construcción (87,67 %), servicios (87,21 %) y comercio

(85,58 %). En las medianas empresas, en cambio, las diferencias sectoriales son más marcadas: el sector servicios registra el mayor nivel de adopción alta (83,34 %), seguido por comercio (78,11 %), mientras que manufactura, minería y construcción presenta el menor porcentaje (76,81 %).

Estas diferencias sugieren que la adopción de TIC básicas responde a las necesidades operativas y organizacionales propias de cada sector económico. En el sector servicios, las TIC cumplen un rol central en la interacción con clientes, la coordinación y la prestación de servicios, lo que favorece mayores niveles de apropiación tecnológica (Westerman, Bonnet, y McAfee 2014; Hanelt et al. 2021).

En manufactura, minería y construcción, las TIC básicas facilitan la articulación de procesos productivos, logísticos y de coordinación interna, aunque con mayores diferencias entre empresas grandes y medianas, en línea con estudios que identifican una adopción gradual de tecnologías digitales en sectores productivos tradicionales (Gatica et al. 2024). Por su parte, el sector comercio presenta una mayor heterogeneidad en los niveles de adopción, particularmente entre las medianas empresas, asociada a la coexistencia de prácticas comerciales tradicionales y digitales, tal como señalan los diagnósticos nacionales sobre digitalización empresarial en Ecuador (ESPOL y MINTEL 2024; Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

En conjunto, los resultados evidencian un elevado nivel de madurez en la adopción de herramientas básicas de comunicación digital entre las empresas analizadas. En todos los sectores económicos predomina el nivel alto, especialmente entre las grandes empresas, lo que refleja una amplia difusión de herramientas asociadas a conectividad e interacción digital organizacional. Este comportamiento coincide con los diagnósticos nacionales de digitalización empresarial, donde el acceso a internet, el uso de correo electrónico y los servicios de mensajería aparecen como las prácticas TIC más extendidas entre las empresas ecuatorianas (BID 2017; PNUD 2023).

No obstante, las diferencias observadas entre tamaños empresariales y, en menor medida, entre sectores económicos muestran que la adopción de TIC básicas todavía presenta distintos niveles de consolidación, particularmente entre las empresas medianas. En este sentido, la dimensión de comunicación digital refleja un nivel avanzado de conectividad empresarial, aunque ello no implica necesariamente mayores niveles de integración organizacional, aprovechamiento estratégico de las TIC o transformación digital empresarial. Por tanto, los resultados sugieren que la mayoría de las empresas ha superado las etapas iniciales de acceso y comunicación digital, pero aún existen desafíos

asociados a niveles más avanzados de integración y madurez digital abordados en las dimensiones posteriores del estudio.

2.2. Dimensión 2: Integración Interna

La Dimensión 2 evalúa el grado de incorporación de las TIC en los procesos internos de las empresas, particularmente en actividades operativas, administrativas y de gestión organizacional. En esta etapa, las tecnologías digitales dejan de utilizarse únicamente como herramientas de comunicación y comienzan a integrarse en funciones relacionadas con la gestión de pedidos, cadenas de suministro, finanzas, recursos humanos y administración del conocimiento, reflejando un nivel intermedio de madurez digital empresarial (Venkatraman 1994; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Para su medición se seleccionaron variables del Capítulo 11 de la ENESEM 2023 asociadas al uso de TIC en procesos internos y a la disponibilidad de infraestructura tecnológica de soporte. La Tabla 2 presenta las variables consideradas y sus respectivas frecuencias de adopción entre las empresas analizadas.

Tabla 3
Variables que conforman la Dimensión 2

Nro.	Variable	Si	Si (%)	No	No (%)
1	Control y seguimiento de pedidos	3422	77,16	1013	22,84
2	Cadenas de suministros	3475	78,35	960	21,65
3	Gestión de finanzas y presupuestos	3754	84,64	681	15,36
4	Gestión de recursos humanos	3628	81,80	807	18,20
5	Apoyo al desarrollo productivo	2700	60,88	1735	39,12
6	Gestión del conocimiento	3063	69,06	1372	30,94
7	Intranet	1972	44,46	2463	55,54
8	Red LAN	3660	82,53	775	17,47
9	Servidores	2933	66,12	1503	33,88

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Los resultados descriptivos muestran que las TIC se utilizan con mayor frecuencia en funciones administrativas y operativas tradicionales. Las mayores tasas de adopción corresponden a la gestión de finanzas y presupuestos (84,64 %), gestión de recursos humanos (81,80 %) y disponibilidad de redes LAN (82,53 %). En contraste, herramientas asociadas a la gestión del conocimiento (69,06 %), disponibilidad de servidores (66,12 %), apoyo al desarrollo productivo (60,88 %) e intranet (44,46 %) presentan menores niveles de utilización. Este comportamiento sugiere que la digitalización de los procesos

internos empresariales se concentra principalmente en actividades administrativas y de control, mientras que las aplicaciones orientadas a la gestión del conocimiento y la infraestructura tecnológica especializada muestran un menor grado de consolidación.

Para la construcción de la Dimensión 2 se consideraron variables asociadas al uso de TIC en procesos internos de gestión y a la disponibilidad de infraestructura tecnológica de soporte. En particular, se incorporaron variables relacionadas con el control y seguimiento de pedidos, gestión de cadenas de suministro, finanzas y presupuestos, recursos humanos, apoyo al desarrollo productivo y gestión del conocimiento. Asimismo, se incluyeron variables vinculadas a infraestructura tecnológica interna, como el uso de intranet, redes LAN y disponibilidad de servidores.

La mayoría de las variables utilizadas fueron de carácter binario y se codificaron de forma dicotómica. En el caso de la variable “servidores”, originalmente de naturaleza numérica, se aplicó un criterio de disponibilidad tecnológica, recodificándola en una variable binaria donde valores mayores o iguales a 1 indican que la empresa dispone de servidores, mientras que valores menores a 1 representan ausencia de esta infraestructura. Esta transformación se realizó con el propósito de evitar sesgos asociados al tamaño empresarial y mantener la comparabilidad del indicador entre empresas.

Posteriormente, el indicador de integración interna se construyó mediante un promedio simple de las variables consideradas, siguiendo el mismo criterio metodológico aplicado en la dimensión anterior. Finalmente, el indicador se normalizó en una escala de 0 a 1 y se clasificó en tres niveles de madurez (bajo, medio y alto) utilizando puntos de corte definidos por tercios de la escala, con fines analíticos y comparativos (OECD 2008).

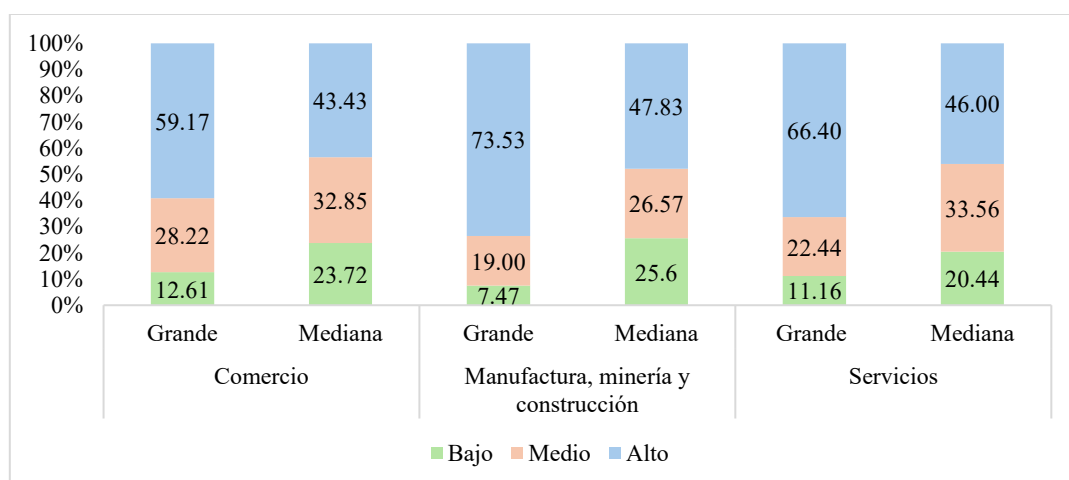


Figura 2. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración interna

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Al comparar los resultados por tamaño empresarial, se observa una diferencia importante en los niveles de integración interna entre grandes y medianas empresas en los tres sectores analizados. La brecha más amplia se registra en manufactura, minería y construcción, donde el 73,53 % de las grandes empresas se ubica en el nivel alto, frente al 47,83 % de las medianas, lo que representa una diferencia de 25,7 puntos porcentuales. En servicios, la diferencia alcanza 20,4 puntos porcentuales (66,40 % frente a 46,00 %), mientras que en comercio la brecha es de 15,7 puntos porcentuales (59,17 % frente a 43,43 %).

Este patrón sugiere que la integración interna de las TIC constituye una etapa más compleja dentro del proceso de madurez digital, ya que requiere no solo acceso a tecnologías, sino también la capacidad de incorporarlas en procesos organizacionales clave. A diferencia de la dimensión de comunicación digital, donde la adopción se encontraba ampliamente difundida, en esta dimensión emergen brechas más marcadas asociadas al tamaño empresarial. Este comportamiento resulta consistente con la literatura sobre madurez digital, la cual señala que la incorporación de TIC en procesos internos depende de recursos tecnológicos, infraestructura, capacidades de gestión y habilidades organizacionales más desarrolladas (Venkatraman 1994; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Desde una perspectiva sectorial, se observan diferencias más marcadas que las identificadas en la dimensión anterior. Las grandes empresas de manufactura, minería y construcción presentan el mayor porcentaje de organizaciones ubicadas en el nivel alto de integración interna (73,53 %), seguidas por las empresas de servicios (66,40 %) y comercio (59,17 %). Este resultado puede asociarse a la necesidad de coordinar procesos productivos, cadenas de suministro, inventarios, logística y actividades operativas complejas, donde las TIC desempeñan un papel fundamental para mejorar el flujo interno de información y la eficiencia organizacional (Venkatraman 1994; Hanelt et al. 2021).

En las medianas empresas, los niveles altos oscilan entre el 43,43 % y el 47,83 %, evidenciando una menor integración interna de las TIC respecto a las grandes empresas. Asimismo, se observa una mayor presencia de empresas ubicadas en los niveles bajo y medio, particularmente en manufactura, minería y construcción, donde el nivel bajo alcanza el 25,60 %, y en comercio, donde el nivel medio representa el 32,85 %. Estos resultados reflejan un proceso de adopción menos consolidado y una mayor heterogeneidad en la incorporación de tecnologías dentro de los procesos internos de gestión.

Estos hallazgos coinciden con estudios que sostienen que la madurez digital no depende únicamente del acceso a tecnologías, sino de la capacidad de integrarlas en procesos internos y rutinas organizacionales. En esa línea, Hanelt et al. (2021, 1160) plantean que la transformación digital implica “cambios en estructuras, procesos y mecanismos de coordinación”, mientras que Kane et al. (2015) señalan que las organizaciones más maduras digitalmente avanzan desde usos aislados de tecnología hacia formas más integradas de operación y gestión.

En conjunto, los resultados muestran que la integración interna representa una etapa más exigente dentro del proceso de madurez digital que la comunicación digital básica. Mientras que la mayoría de las empresas ya dispone de herramientas de conectividad y comunicación, la incorporación de TIC en procesos internos de gestión, coordinación y soporte organizacional presenta mayores desafíos, especialmente entre las empresas medianas.

Aunque una proporción importante de grandes empresas ya utiliza tecnologías para apoyar procesos internos, persisten diferencias significativas asociadas tanto al tamaño empresarial como al sector económico. Esto sugiere que la transición desde el acceso tecnológico hacia una integración funcional de las TIC requiere capacidades organizacionales, infraestructura tecnológica y mecanismos de gestión más sofisticados para incorporar la tecnología en las actividades centrales de la empresa, en línea con los enfoques de madurez digital e integración organizacional propuestos por Venkatraman (2021), Westerman, Bonnet y McAfee (2014) y Hanelt et al. (2021).

2.3. Dimensión 3: Integración con los clientes

La Dimensión 3 evalúa el uso de TIC orientadas a fortalecer la interacción y relación digital con los clientes mediante plataformas, canales y servicios digitales. A diferencia de la dimensión de integración interna, en este nivel las tecnologías digitales comienzan a utilizarse para apoyar procesos de comunicación comercial, atención al cliente, gestión de relaciones y actividades de comercio electrónico, generando valor externo para la organización (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Esta dimensión incorpora variables relacionadas con la atención al cliente, soporte comercial, presencia web, comercio electrónico y mecanismos digitales de interacción con el mercado. Desde esta perspectiva, la integración con clientes refleja una etapa de madurez donde las TIC no solo apoyan procesos internos, sino también la relación de la

empresa con clientes y usuarios a través de canales digitales (Westerman, Bonnet, y McAfee 2014; Hanelt et al. 2021).

La Tabla 3 presenta las variables consideradas y sus respectivas frecuencias de adopción entre las empresas analizadas.

Tabla 4
Variables que conforman la Dimensión 3

Nro.	Variable	Si	Si (%)	No	No (%)
1	Servicio al cliente	3676	82,89	759	17,11
2	Gestión de relación con clientes	3808	85,86	627	14,14
3	Servicio y soporte de ventas	3415	77,00	1020	23,00
4	Call center	1084	24,44	3351	75,56
5	Página web	2933	66,13	1502	33,87
6	Acceso a catálogos de productos	2121	47,82	2314	52,18
7	Recepción de pedidos o reservas	1134	25,57	3301	74,43
8	Reclamos o sugerencias	2448	55,20	1987	44,80
9	Ventas por internet	1611	36,32	2824	63,68
10	Certificado digital	2448	55,20	1987	44,80

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Todas las variables consideradas en esta dimensión fueron de carácter binario y se codificaron de forma dicotómica. Posteriormente, el indicador de integración con clientes se construyó mediante un promedio simple de las variables seleccionadas, siguiendo el mismo procedimiento metodológico aplicado en las dimensiones anteriores. Finalmente, el indicador —normalizado en una escala de 0 a 1— se clasificó en tres niveles de madurez (Bajo, Medio y Alto) utilizando puntos de corte definidos por tercios de la escala, con fines analíticos y comparativos (OECD 2008).

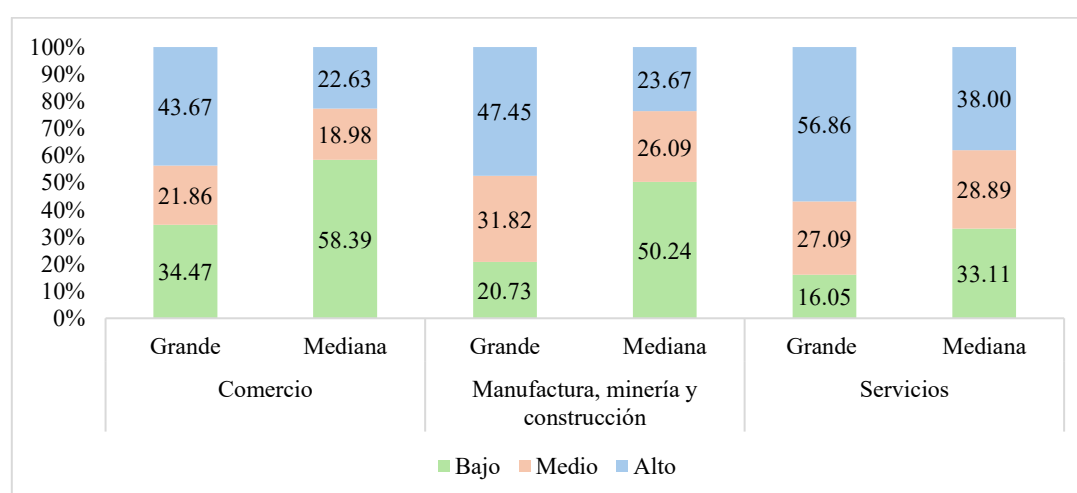


Figura 3. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración con los clientes
Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Al comparar los resultados por tamaño empresarial, se observan diferencias importantes en los niveles de integración digital con clientes entre grandes y medianas empresas. En los tres sectores analizados, las grandes empresas presentan mayores porcentajes en el nivel alto de la dimensión. La mayor diferencia se registra en manufactura, minería y construcción, donde el nivel alto alcanza el 47,45 % en las grandes empresas frente al 23,67 % en las medianas. En comercio, los porcentajes corresponden a 43,67 % y 22,63 %, respectivamente, mientras que en servicios la brecha es menor, aunque igualmente significativa, con 56,86 % en grandes empresas y 38,00 % en medianas.

En contraste, las medianas empresas concentran una mayor proporción en el nivel bajo, particularmente en comercio (58,39 %) y manufactura, minería y construcción (50,24 %). Estos resultados sugieren que la integración digital con clientes constituye una etapa de madurez más compleja que la comunicación digital básica y la integración interna, debido a que implica incorporar las TIC en procesos de interacción comercial, atención al cliente y comercialización digital. En este sentido, Özşahin, Çallı y Coşkun (2022) señalan que los niveles más avanzados de madurez digital requieren que las tecnologías no solo apoyen procesos internos, sino que también generen valor externo mediante la integración con clientes y mercados.

Asimismo, la estructura de las variables analizadas evidencia que las empresas presentan mayores niveles de adopción en herramientas orientadas a la comunicación y soporte comercial (gestión de relaciones con clientes, servicio al cliente y soporte de ventas), mientras que mecanismos más avanzados de integración comercial digital, como ventas por internet, recepción de pedidos o reservas y call center, muestran niveles considerablemente menores de adopción. Este comportamiento coincide con estudios regionales de adopción de TIC, donde se identifica que muchas empresas latinoamericanas avanzan primero en herramientas digitales de comunicación y atención, pero enfrentan mayores dificultades para integrar procesos comerciales digitales más complejos (PNUD 2023; BID 2024; ESPOL y Ecuador MINTEL 2024).

Desde una perspectiva sectorial, el sector servicios presenta los mayores niveles de integración alta tanto en grandes empresas (56,86 %) como en medianas (38,00 %). Este resultado puede asociarse a la alta dependencia de canales digitales para la coordinación, atención e interacción con clientes, donde las TIC cumplen un papel estratégico en la generación de valor y en la continuidad operativa de las organizaciones (Wessel et al. 2021; Hanelt et al. 2021).

En este contexto, sectores como los servicios financieros han sido pioneros en la incorporación de herramientas digitales orientadas al cliente, mediante plataformas web, banca móvil, asistentes virtuales y servicios de autogestión. Asimismo, la pandemia de COVID-19 aceleró significativamente el uso de plataformas digitales, el teletrabajo y los mecanismos de interacción remota en América Latina, fortaleciendo la digitalización de la relación empresa–cliente y la continuidad de las actividades económicas en escenarios de restricción física (Jung y Katz 2023).

Por su parte, el sector de la manufactura, minería y construcción muestran niveles intermedios de integración con clientes. Aunque las grandes empresas del sector alcanzan un porcentaje relativamente importante en el nivel alto (47,45 %), las medianas empresas presentan una elevada concentración en el nivel bajo (50,24 %). Esto sugiere que, si bien las TIC son utilizadas para apoyar actividades operativas y de coordinación interna, la incorporación de herramientas digitales orientadas a la relación comercial con clientes todavía presenta un desarrollo desigual (Venkatraman 1994; Hanelt et al. 2021).

Este comportamiento coincide con estudios que señalan que, en sectores productivos tradicionales, la adopción digital suele concentrarse inicialmente en procesos internos, logísticos y operativos, mientras que la integración de herramientas orientadas a clientes y comercialización digital avanza de manera más gradual (Gatica et al. 2024; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

En el sector del comercio, los niveles de integración alta son menores, especialmente entre las medianas empresas, donde el 58,39 % se concentra en el nivel bajo. Este resultado refleja una mayor heterogeneidad en la incorporación de mecanismos digitales de comercialización y atención al cliente, asociada a la coexistencia de prácticas comerciales tradicionales y digitales (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

Asimismo, estos resultados son consistentes con los diagnósticos nacionales sobre digitalización empresarial, donde el comercio electrónico y las ventas digitales todavía presentan niveles de adopción relativamente limitados entre las empresas ecuatorianas, especialmente en organizaciones con menores capacidades de integración digital (PNUD 2023; ESPOL y Ecuador MINTTEL 2024).

En conjunto, los resultados de la Dimensión 3 evidencian un nivel intermedio de madurez en la adopción de TIC orientadas a la integración con clientes. Las empresas analizadas presentan mayores niveles de incorporación de herramientas vinculadas con la comunicación y atención comercial, especialmente en gestión de relaciones con clientes, servicio al cliente y soporte de ventas. Sin embargo, los mecanismos de integración

comercial más avanzados, como ventas por internet, recepción de pedidos o reservas y call center, muestran niveles considerablemente menores de adopción.

Estos resultados sugieren que las medianas y grandes empresas ecuatorianas han avanzado principalmente en el uso de TIC para fortalecer la interacción y comunicación con clientes, aunque todavía persisten limitaciones en la incorporación de herramientas orientadas a procesos comerciales digitales más integrados. En este sentido, la dimensión refleja una etapa donde las TIC comienzan a generar valor externo para la organización mediante la relación con clientes y mercados, en línea con los enfoques sobre adopción e integración organizacional de TIC propuestos por Venkatraman (1994), Westerman, Bonnet y McAfee (2014), Özşahin, Çallı y Coşkun (2022) y Hanelt et al. (2021).

2.4. Dimensión 4: Integración interorganizacional

La Dimensión 4 evalúa el uso de TIC orientadas a fortalecer la coordinación y articulación digital entre la empresa y actores externos, como proveedores, socios estratégicos y organizaciones de apoyo. A diferencia de la dimensión de integración con clientes, en este nivel las tecnologías digitales comienzan a utilizarse para facilitar procesos de cooperación, intercambio de información y vinculación entre organizaciones, fortaleciendo las relaciones dentro de la cadena de valor y los ecosistemas empresariales (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Esta dimensión incorpora variables relacionadas con mecanismos digitales de coordinación externa, cooperación para actividades de innovación e interacción con otras organizaciones. Desde esta perspectiva, la integración interorganizacional refleja una etapa de madurez donde las TIC no solo apoyan procesos internos o relaciones comerciales con clientes, sino también la articulación y colaboración entre múltiples actores del entorno empresarial (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Hanelt et al. 2021).

La Tabla 4 presenta las variables consideradas y sus respectivas frecuencias de adopción entre las empresas analizadas.

Tabla 5
Variables que conforman la Dimensión 4

Nro.	Variable	Si	Si (%)	No	No (%)
1	Compra de bienes o servicios por internet	1904	42,93	2531	57,07
2	Cooperación con proveedores	1952	44,01	2483	55,99
3	Cooperación con consultores	1389	31,32	3046	68,68
4	Cooperación con universidades	408	9,20	4027	90,80

5	Cooperación con laboratorios/ empresas de I+D	341	7,69	4094	92,31
6	Cooperación con otras empresas relacionadas	789	17,79	3646	82,21
7	Cooperación con otras empresas del grupo o casa matriz	761	17,16	3674	82,84
8	Firma digital	3851	86,83	584	13,17
9	Extranet	850	19,17	3585	80,83

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Todas las variables consideradas en esta dimensión fueron de carácter binario y se codificaron de forma dicotómica. Las variables seleccionadas reflejan distintos mecanismos de integración digital externa, incluyendo la compra de bienes o servicios por internet, el uso de herramientas de intercambio seguro de información (firma digital y extranet) y la cooperación con actores externos para actividades de innovación de productos o proceso, tales como proveedores, consultores, universidades, laboratorios de I+D y empresas relacionadas.

Posteriormente, el indicador de integración interorganizacional se construyó mediante un promedio simple de las variables seleccionadas, siguiendo el mismo procedimiento metodológico aplicado en las dimensiones anteriores. Finalmente, el indicador —normalizado en una escala de 0 a 1— se clasificó en tres niveles de madurez (Bajo, Medio y Alto) utilizando puntos de corte definidos por tercios de la escala, con fines analíticos y comparativos (OECD 2008).

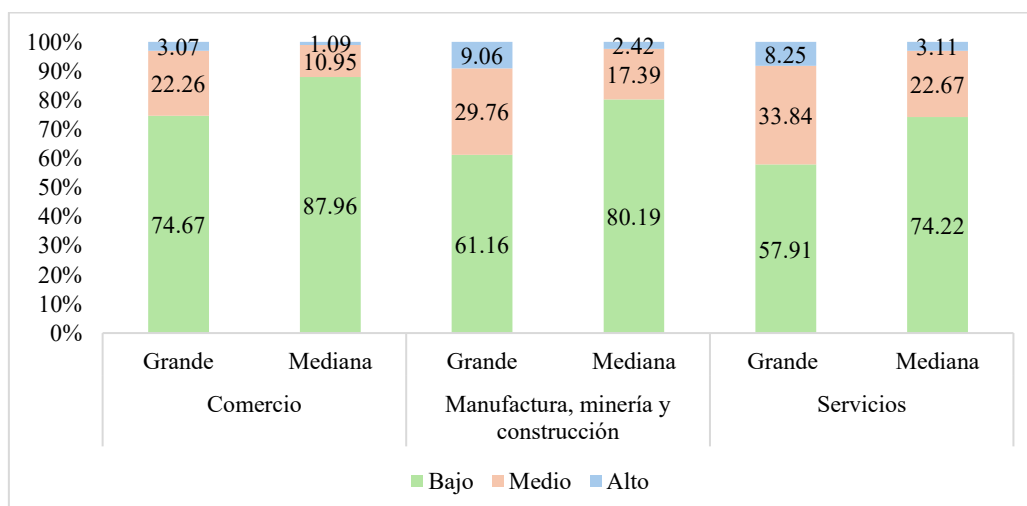


Figura 4. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración interorganizacional

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Al comparar los resultados por tamaño de empresa, se observa que el nivel bajo de integración interorganizacional predomina ampliamente tanto en empresas grandes como medianas, aunque con mayor intensidad en estas últimas. En las grandes empresas, los porcentajes de nivel bajo oscilan entre 57,91 % y 74,67 %, mientras que en las medianas empresas los valores son aún más elevados, con porcentajes entre 74,22 % y 87,96 %. Además, los niveles altos de adopción son considerablemente reducidos en ambos tamaños empresariales, sin superar el 9,06 %.

Estos resultados evidencian que la integración interorganizacional constituye una de las etapas más complejas en la adopción de TIC, ya que requiere no solo capacidades tecnológicas internas, sino también mecanismos de coordinación, cooperación y articulación con actores externos del ecosistema empresarial (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022). En este sentido, las mayores dificultades observadas en las medianas empresas sugieren limitaciones para desarrollar procesos de cooperación digital sostenidos y mecanismos de integración externa más estructurados.

En esta línea, la literatura sobre adopción de TIC señala que los procesos de cooperación interorganizacional e innovación colaborativa suelen presentar menores niveles de desarrollo, especialmente en empresas con capacidades organizacionales más limitadas. Además de los requerimientos tecnológicos, este tipo de integración demanda mayores niveles de coordinación, intercambio de información y articulación entre organizaciones, aspectos que pueden verse condicionados por estructuras organizacionales tradicionales y dificultades para consolidar redes de colaboración sostenidas (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Hanelt et al. 2021; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Desde una perspectiva sectorial, el predominio del nivel bajo es generalizado en los tres sectores analizados, aunque con diferencias en intensidad. El sector comercio presenta los mayores rezagos en integración interorganizacional, especialmente entre las medianas empresas, donde el 87,96 % se ubica en el nivel bajo. En las grandes empresas del sector, este porcentaje también es elevado (74,67 %), lo que evidencia una limitada articulación digital con proveedores, socios estratégicos y actores del ecosistema empresarial. Este comportamiento coincide con la evidencia regional que señala que, en muchas empresas comerciales, la adopción de TIC tiende a concentrarse en actividades operativas y de comercialización, sin extenderse hacia mecanismos más complejos de cooperación e integración externa (Cathles, Suaznabar y Vargas 2022).

En manufactura, minería y construcción, el nivel bajo alcanza el 80,19 % en las medianas empresas y el 61,16 % en las grandes. Aunque este sector presenta resultados relativamente más favorables que comercio, la integración digital con actores externos continúa siendo reducida. Este resultado es relevante considerando que las actividades manufactureras y logísticas suelen requerir mayores niveles de coordinación dentro de las cadenas de suministro y procesos de innovación, donde las TIC cumplen un papel estratégico para facilitar el intercambio de información y la cooperación organizacional (Venkatraman 1994; Dwivedi et al. 2024).

Sin embargo, la literatura sobre adopción de TIC en economías en desarrollo muestra que estos sectores suelen avanzar primero en herramientas orientadas a procesos internos y operativos, mientras que la integración interorganizacional y la innovación colaborativa presentan mayores barreras de implementación (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Por su parte, el sector servicios presenta los menores porcentajes en el nivel bajo, tanto en grandes empresas (57,91 %) como en medianas (74,22 %). No obstante, el rezago sigue siendo predominante, lo que indica que incluso en los sectores con mayores niveles de adopción de TIC en dimensiones anteriores persisten dificultades para consolidar mecanismos de cooperación digital e integración interorganizacional. Estos resultados son consistentes con los diagnósticos regionales sobre transformación digital, donde la adopción de TIC en América Latina continúa concentrándose principalmente en funciones internas y de interacción con clientes, mientras que las prácticas de articulación externa y construcción de redes colaborativas muestran menores niveles de desarrollo (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022; PNUD 2023).

En conjunto, los resultados de la Dimensión 4 evidencian que la integración interorganizacional constituye una de las dimensiones con mayores rezagos en la adopción de TIC entre las empresas analizadas. A diferencia de las dimensiones anteriores, donde predominaban niveles medios y altos de adopción, en esta dimensión el nivel bajo continúa siendo claramente predominante en todos los sectores económicos y tamaños empresariales.

En conjunto, los resultados de la Dimensión 4 evidencian bajos niveles de adopción de TIC orientadas a la integración interorganizacional entre las medianas y grandes empresas ecuatorianas. A diferencia de las dimensiones anteriores, donde predominaban herramientas orientadas a la comunicación, gestión interna o relación con clientes, en esta dimensión persiste un claro predominio del nivel bajo en todos los

sectores económicos y tamaños empresariales. Esto sugiere que las empresas todavía enfrentan dificultades para extender el uso de las TIC hacia procesos de cooperación digital, articulación con actores externos e innovación colaborativa, aspectos que requieren mayores capacidades organizacionales y mecanismos de coordinación entre organizaciones (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Un hallazgo relevante de esta investigación es que incluso los sectores y empresas con mayores niveles de adopción de TIC en dimensiones previas mantienen bajos niveles de integración interorganizacional. Este comportamiento evidencia que la adopción de TIC en las empresas ecuatorianas continúa concentrándose principalmente en usos internos y operativos, sin consolidarse plenamente como un mecanismo de articulación dentro de redes empresariales y ecosistemas de innovación. Estos resultados son consistentes con la evidencia regional sobre transformación digital en América Latina, donde las prácticas de cooperación digital y articulación externa continúan siendo uno de los principales desafíos para las empresas (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022; PNUD 2023).

2.5. Dimensión 5: Integración estratégica (Capacidades y alineación para la transformación digital)

La Dimensión 5 evalúa el grado en que las TIC son incorporadas como parte del fortalecimiento de capacidades digitales y de las decisiones estratégicas dentro de la organización. A diferencia de las dimensiones anteriores, centradas principalmente en el uso operativo y funcional de las tecnologías, esta dimensión considera aspectos relacionados con inversión tecnológica, formación de talento especializado y desarrollo de capacidades organizacionales orientadas a sostener procesos de adopción y transformación digital (Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

Para su medición se incorporaron variables relacionadas con inversión en bienes TIC, software, tecnologías emergentes, ciberseguridad, consultorías TIC y desarrollo de capacidades digitales dentro de la empresa. La Tabla 5 presenta las variables binarias consideradas y sus respectivas frecuencias de adopción entre las empresas analizadas.

Tabla 6
Variables que conforman la Dimensión 5

Nro.	Variable	Si	Si (%)	No	No (%)
1	Persona afiliado especialista en TIC	1914	43,15	2522	56,85
2	Capacitación a personal especialista TIC	756	17,04	3680	82,96

3	Capacitación a personal no especialista TIC	699	15,76	3737	84,24
4	Trabajo Competencia digitales	1074	24,21	3362	75,79
5	Competencias digitales como estrategia de la empresa	872	19,66	3564	80,34

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

La Tabla 6 presenta las variables numéricas consideradas en esta dimensión y sus respectivas estadísticas descriptivas. Los resultados muestran una mayor concentración de inversión en infraestructura tecnológica básica, mientras que las inversiones asociadas a componentes más especializados presentan niveles considerablemente menores entre las empresas analizadas. Asimismo, la elevada concentración de valores iguales a cero en varias de las variables evidencia una limitada diversificación de la inversión tecnológica empresarial. Estos resultados permiten contextualizar posteriormente los niveles de madurez observados en la dimensión estratégica.

Tabla 7
Estadísticos descriptivos de inversión en TIC en las empresas analizadas

Nro.	Variable	Media	Mediana	P75
1	% de inversión en Bienes TIC (no incluye alquiler)	44,18	12	100
2	% inversión en software (licencias / desarrollo)	6,24	0	0
3	% inversión en consultorías TIC	2,51	0	0
4	% inversión en tecnologías emergentes / nuevas tecnologías	0,38	0	0
5	% inversión en ciberseguridad y protección de datos	5,19	0	0

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Para la construcción de la Dimensión 5 se consideraron dos componentes complementarios: (i) capacidades y alineación organizacional para la transformación digital y (ii) capacidades de inversión estratégica en TIC. El primer componente se construyó a partir de variables binarias relacionadas con la disponibilidad de personal especialista en TIC, capacitación a personal especialista y no especialista, desarrollo de competencias digitales y consideración de las competencias digitales como parte de la estrategia empresarial. Estas variables fueron codificadas de forma dicotómica (1 = Sí; 0 = No), siguiendo el mismo procedimiento metodológico aplicado en las dimensiones anteriores.

El segundo componente incorporó variables numéricas asociadas al porcentaje de inversión en bienes TIC, *software*, consultorías TIC, tecnologías emergentes y

ciberseguridad y protección de datos. Debido a que estas variables se encontraban expresadas en porcentajes, fueron normalizadas en una escala de 0 a 1 con el propósito de garantizar su comparabilidad dentro del subindicador de inversión estratégica.

Posteriormente, se construyó un subindicador de inversión estratégica mediante el promedio simple de las variables normalizadas de inversión, mientras que el subindicador de capacidades organizacionales se obtuvo a partir del promedio de las variables binarias relacionadas con talento y competencias digitales. Finalmente, el indicador de la dimensión estratégica se calculó mediante el promedio simple de ambos subindicadores y, al igual que en las dimensiones anteriores, fue clasificado en niveles de madurez sobre una escala normalizada de 0 a 1 para facilitar el análisis comparativo entre sectores económicos y tamaños empresariales (OECD 2008).

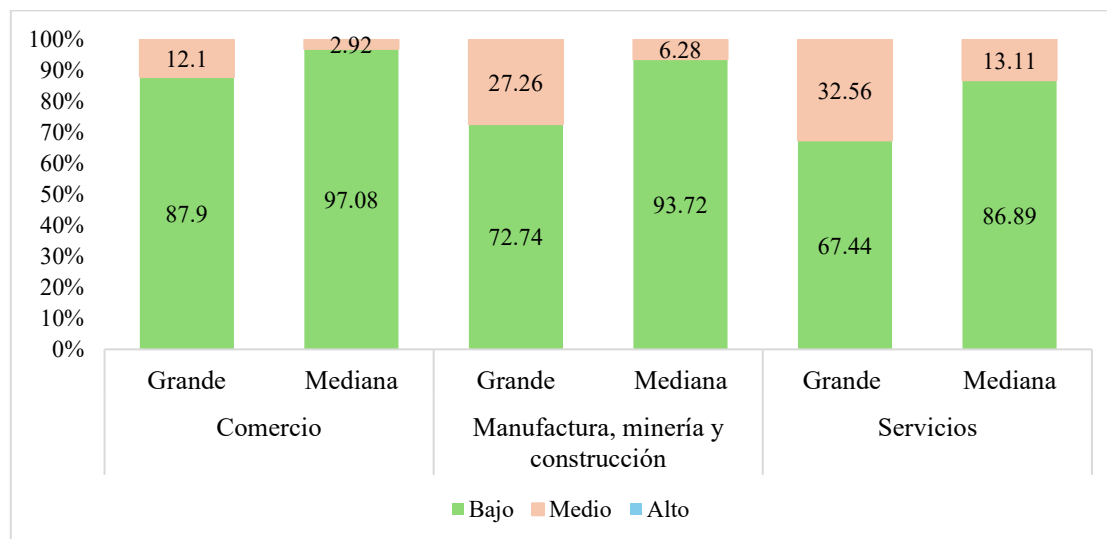


Figura 5. Distribución de los niveles de madurez en la dimensión de integración estratégica
Fuente: Ecuador INEC (2023)
Elaboración propia

Al comparar los resultados por tamaño de empresa, se observa un predominio generalizado del nivel bajo de madurez en las capacidades estratégicas para la adopción de TIC, especialmente entre las medianas empresas. En los tres sectores analizados, las medianas empresas presentan porcentajes de nivel bajo superiores al 85 %, alcanzando valores de 97,08 % en comercio, 93,72 % en manufactura, minería y construcción y 86,89 % en servicios.

En las grandes empresas, aunque el nivel bajo continúa siendo predominante, los porcentajes son relativamente menores y existe una mayor presencia del nivel medio, particularmente en servicios (32,56 %) y manufactura, minería y construcción (27,26 %). Esto sugiere que las empresas de mayor tamaño presentan mejores condiciones para

fortalecer capacidades relacionadas con formación especializada, competencias digitales y alineación estratégica de las TIC. Asimismo, los descriptivos de inversión tecnológica muestran una fuerte concentración de recursos en infraestructura TIC básica, mientras que las inversiones en software, tecnologías emergentes y ciberseguridad presentan niveles considerablemente menores, especialmente entre las empresas medianas.

Este comportamiento coincide con la literatura sobre adopción de TIC y capacidades organizacionales, donde se señala que las empresas de mayor tamaño disponen de mayores recursos financieros, infraestructura y capacidades de gestión para sostener procesos de aprendizaje y adaptación tecnológica (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Westerman, Bonnet, y McAfee 2014). Asimismo, diversos estudios destacan que la consolidación de capacidades digitales depende no solo de la disponibilidad tecnológica, sino también de la formación continua, el fortalecimiento de habilidades digitales y la capacidad organizacional para integrar el aprendizaje dentro de los procesos empresariales (Omrani et al. 2024; Kallmuenzer et al. 2025).

Por otro lado, los diagnósticos regionales muestran que las empresas medianas enfrentan mayores limitaciones para desarrollar capacidades digitales sostenidas en el tiempo (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022; PNUD 2023). En muchos casos, estas restricciones se relacionan con menores niveles de capacitación especializada, dificultades para sostener inversiones tecnológicas continuas y una menor capacidad para integrar competencias digitales dentro de la estrategia organizacional.

La literatura también señala que la alfabetización digital, el desarrollo de habilidades tecnológicas y el liderazgo orientado al aprendizaje constituyen factores clave para sostener procesos más avanzados de adopción de TIC y fortalecer la capacidad de adaptación organizacional frente a entornos digitales dinámicos (Omrani et al. 2024; Wang, Wang, y Wang 2024; Kallmuenzer et al. 2025).

Desde una perspectiva sectorial, el sector servicios presenta el comportamiento relativamente más favorable dentro de la dimensión estratégica, especialmente en las grandes empresas, donde el nivel medio alcanza el 32,56 %. Este resultado puede asociarse a la mayor dependencia de conocimiento, talento especializado y capacidades digitales en actividades intensivas en información y servicios digitales, donde las TIC cumplen un papel central para sostener la competitividad y la adaptación organizacional (Hanelt et al. 2021). Asimismo, la literatura señala que los sectores de servicios tienden a desarrollar con mayor rapidez capacidades relacionadas con formación digital,

aprendizaje organizacional e inversión estratégica en tecnologías orientadas a mejorar procesos y servicios digitales (Borowiecki et al. 2021; Wang, Wang, y Wang 2024).

Por su parte, manufactura, minería y construcción muestran resultados intermedios. Aunque las grandes empresas del sector alcanzan un mayor porcentaje en el nivel medio (27,26 %), en las medianas empresas predomina ampliamente el nivel bajo (93,72 %). Este comportamiento coincide con estudios que señalan que los sectores productivos tradicionales suelen avanzar primero en la incorporación operativa de TIC antes que en el fortalecimiento de capacidades digitales e inversión estratégica de largo plazo (Gatica et al. 2024; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022). En este contexto, los descriptivos de inversión muestran una fuerte concentración de recursos en infraestructura TIC básica, mientras que las inversiones en software, tecnologías emergentes y ciberseguridad continúan siendo limitadas, reflejando una adopción tecnológica todavía poco diversificada.

En comercio se observan los mayores rezagos de la dimensión, particularmente entre las medianas empresas, donde el 97,08 % se concentra en el nivel bajo y apenas el 2,92 % alcanza el nivel medio. Esto evidencia que la adopción de TIC en el sector continúa orientándose principalmente hacia usos operativos y comerciales básicos, sin una consolidación significativa de capacidades estratégicas relacionadas con inversión tecnológica, formación especializada y desarrollo organizacional. Estos resultados coinciden con diagnósticos nacionales que identifican menores niveles de preparación digital en las empresas comerciales frente a sectores más intensivos en conocimiento y servicios (Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022; PNUD 2023).

Los hallazgos de la Dimensión 5 demuestran un nivel reducido de madurez en las habilidades estratégicas para la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las organizaciones de tamaño medio y grande del Ecuador. Contrariamente a las dimensiones vinculadas al uso operativo y funcional de las tecnologías, en esta dimensión predominan considerablemente los niveles bajos, lo que evidencia restricciones tanto en la diversificación de la inversión tecnológica como en el fortalecimiento de las capacidades organizacionales asociadas a la adopción de las TIC.

Los descubrimientos indican que las organizaciones han progresado principalmente en la integración de instrumentos digitales para las operaciones y la comunicación. Sin embargo, aún enfrentan obstáculos para consolidar procesos duraderos de inversión tecnológica en software, ciberseguridad y tecnologías emergentes, así como en la formación especializada y el desarrollo de competencias digitales. La dimensión

corroborar que los niveles más avanzados de adopción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) demandan no solo el acceso y empleo de tecnologías, sino también habilidades organizacionales enfocadas en el aprendizaje, la adaptación y el fortalecimiento estratégico de recursos digitales (Westerman, Bonnet, y McAfee 2014; Hanelt et al. 2021; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022; Omrani et al. 2024).

3. Construcción y validación del índice compuesto

El índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC fue diseñado como una medida sintética y multidimensional orientada a evaluar el grado en que las empresas incorporan, integran y aprovechan las tecnologías de información y comunicación en sus procesos internos, relaciones externas y decisiones estratégicas. Su construcción se fundamentó en el modelo de adopción de TIC propuesto por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), quienes validan empíricamente cinco dimensiones de integración digital: comunicación, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. Estas dimensiones fueron adaptadas al contexto de las medianas y grandes empresas ecuatorianas mediante variables disponibles en la ENESEM 2023, permitiendo capturar distintos niveles de adopción y uso de TIC dentro de la organización.

Debido a la coexistencia de variables binarias y numéricas, los indicadores fueron normalizados en una escala común de 0 a 1 con el fin de garantizar su comparabilidad. Posteriormente, se construyó un subíndice para cada dimensión mediante el promedio simple de las variables asociadas, siguiendo metodologías utilizadas en estudios de adopción tecnológica y construcción de índices compuestos (OECD 2008; Özşahin, Çallı y Coşkun 2022).

Con el propósito de definir las ponderaciones de las dimensiones del índice compuesto, se realizó una consulta estructurada a nueve expertos, conformados por consultores, académicos, investigadores, responsables de áreas de tecnologías de la información y comunicación (TIC), así como directivos de tecnología e innovación tanto del sector público como privado. Los participantes contaban con experiencia en áreas relacionadas con sistemas de información, tecnologías de la información, innovación, transformación digital y dirección estratégica. Asimismo, su trayectoria profesional abarcaba tanto el contexto ecuatoriano como experiencias en otros mercados internacionales, aportando una visión amplia sobre los procesos de adopción de TIC en distintos entornos organizacionales. En cuanto a su experiencia profesional, cuatro

expertos registraban entre once y quince años de trayectoria, cuatro contaban con más de dieciséis años y uno tenía entre seis y diez años de experiencia en ámbitos vinculados con el desarrollo tecnológico empresarial.

La consulta se desarrolló mediante un cuestionario en el que se presentó la definición conceptual de las cinco dimensiones consideradas en el índice: comunicación digital, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. Posteriormente, se solicitó a cada experto distribuir un total de 100 puntos entre las dimensiones, de acuerdo con la importancia relativa que, a su criterio, cada una tenía para reflejar el nivel de madurez digital en la adopción de TIC de las medianas y grandes empresas ecuatorianas. A partir de estas valoraciones se calcularon los pesos promedio de cada dimensión, los cuales fueron posteriormente normalizados para garantizar que la suma total de las ponderaciones fuese igual a uno, conforme a las recomendaciones metodológicas para la construcción de índices compuestos basados en valoración experta (OECD 2008). Finalmente, los pesos normalizados se incorporaron al cálculo del índice global, permitiendo integrar de manera proporcional las distintas dimensiones consideradas en la investigación.

Es importante señalar que la consulta realizada tuvo como finalidad exclusiva la estimación de las ponderaciones relativas de las dimensiones que conforman el índice compuesto. En consecuencia, este ejercicio no estuvo orientado a evaluar la pertinencia conceptual de cada indicador ni a determinar la suficiencia o exhaustividad de las dimensiones propuestas. La selección de dimensiones e indicadores se fundamentó principalmente en la literatura especializada sobre adopción de TIC y madurez digital, así como en la disponibilidad de información proveniente de la encuesta estructural empresarial (ENESEM) 2023. Por tanto, el juicio experto fue utilizado específicamente para estimar la importancia relativa de cada dimensión dentro del cálculo del índice global.

Si bien la consulta no estuvo orientada a evaluar formalmente la pertinencia de las dimensiones o indicadores que conforman el índice, durante el proceso de valoración no se registraron observaciones u objeciones sustantivas por parte de los expertos respecto a la estructura conceptual presentada. En términos generales, las cinco dimensiones propuestas fueron consideradas comprensibles y coherentes con los procesos de adopción de TIC y madurez digital empresarial que sirvieron de referencia para la asignación de ponderaciones. No obstante, esta apreciación debe interpretarse únicamente como un resultado derivado del ejercicio de ponderación y no como un procedimiento formal de

validación de contenido de las dimensiones o indicadores considerados en la investigación.

La Tabla 7 presenta los pesos normalizados asignados a las dimensiones del índice compuesto a partir de la consulta a expertos. Los resultados muestran una mayor ponderación relativa para las dimensiones de integración con clientes (0,2356) e integración interna (0,2241), lo que refleja la importancia atribuida al uso de las TIC como herramientas de articulación de procesos organizacionales, automatización operativa e interacción digital con el mercado. En ambas dimensiones, las tecnologías digitales dejan de cumplir únicamente funciones básicas de comunicación y comienzan a integrarse de manera más estructurada en las actividades empresariales.

Por su parte, la dimensión de comunicación digital obtuvo la menor ponderación relativa (0,1494), resultado consistente con su carácter de nivel inicial de adopción tecnológica, asociado principalmente al acceso y uso básico de herramientas digitales. Asimismo, las dimensiones de integración interorganizacional e integración estratégica registraron ponderaciones similares (0,1954), evidenciando la relevancia atribuida a la coordinación digital con actores externos y al uso estratégico de las TIC para fortalecer capacidades organizacionales, procesos de innovación y toma de decisiones empresariales.

Tabla 8
Pesos normalizados de las dimensiones del índice compuesto

Nro.	Dimensión	Peso
1	Comunicación digital	0.1494
2	Integración interna	0.2241
3	Integración con los clientes	0.2356
4	Integración interorganizacional	0.1954
5	Integración estratégica	0.1954

Fuente: Consulta a expertos (2025)
Elaboración propia

3.1. Análisis de sensibilidad de las ponderaciones

Con el propósito de evaluar la robustez del índice compuesto frente al esquema de ponderación utilizado, se realizó un análisis de sensibilidad mediante la construcción de un escenario alternativo en el que las cinco dimensiones recibieron ponderaciones iguales (20 % cada una). Los resultados obtenidos fueron comparados con aquellos derivados de las ponderaciones establecidas mediante consulta a expertos, permitiendo examinar el grado en que las decisiones de ponderación afectan el comportamiento general del índice.

Tabla 9
Análisis de sensibilidad del índice compuesto frente a cambios en el esquema de ponderación

Indicador	Pesos de expertos	Pesos iguales
Observaciones	4,435	4,435
Media	0,5194	0,5296
Desviación estándar	0,1716	0,1645
Mediana	0,5312	0,5400
Percentil 75	0,6453	0,6467
Valor máximo	0,9217	0,9200
Correlación entre índices	0.99835	

Elaboración propia

Los resultados muestran una correlación de 0,99835 entre el índice calculado con ponderaciones derivadas de la consulta a expertos y el índice construido bajo un esquema de ponderaciones iguales. Este resultado evidencia una asociación prácticamente perfecta entre ambas versiones del indicador, indicando que las empresas mantienen posiciones relativas muy similares independientemente del esquema de ponderación utilizado. En otras palabras, las empresas identificadas con mayores o menores niveles de madurez digital conservan, en términos generales, la misma ubicación dentro de la distribución del índice bajo ambos escenarios.

Asimismo, las diferencias observadas en los estadísticos descriptivos son reducidas. La media del índice pasa de 0,5194 a 0,5296, mientras que la desviación estándar varía de 0,1716 a 0,1645. De igual forma, la mediana, los percentiles y los valores máximos presentan cambios mínimos, lo que indica que la distribución general de los resultados permanece prácticamente inalterada. Estos hallazgos sugieren que la estructura del índice no experimenta modificaciones sustanciales cuando se reemplazan las ponderaciones obtenidas mediante consulta a expertos por un esquema de pesos uniformes.

En conjunto, la elevada correlación observada y la estabilidad de los estadísticos descriptivos constituyen evidencia favorable sobre la robustez del índice compuesto. Los resultados indican que las conclusiones derivadas del estudio no dependen de manera crítica de las ponderaciones asignadas a las dimensiones, sino que responden principalmente a los patrones de adopción e integración de TIC observados en las empresas analizadas. Por tanto, aunque la utilización de ponderaciones basadas en juicio experto permite incorporar la importancia relativa atribuida a cada dimensión desde una perspectiva conceptual, la estabilidad observada confirma que la medición de la madurez

digital mantiene un comportamiento consistente frente a cambios razonables en el esquema de ponderación.

3.2. Evaluación complementaria de la consistencia interna y estructura estadística del índice compuesto

Dado el carácter principalmente formativo del índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC, su validez no depende exclusivamente de la existencia de altas correlaciones entre los indicadores que lo conforman. A diferencia de los modelos reflectivos, donde los indicadores representan manifestaciones observables de un mismo constructo latente, en los modelos formativos los indicadores constituyen componentes que contribuyen conjuntamente a la formación del fenómeno de interés (Diamantopoulos y Winklhofer 2001, 271–272). En este sentido, la madurez digital en la adopción de TIC se concibe como un constructo multidimensional integrado por diferentes capacidades y niveles de integración tecnológica, los cuales no necesariamente deben presentar elevados niveles de asociación estadística entre sí para resultar conceptualmente relevantes.

Por esta razón, la validez del índice se sustenta principalmente en la fundamentación teórica del modelo de adopción de TIC desarrollado por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), en la trazabilidad conceptual entre las variables disponibles en la ENESEM y las dimensiones consideradas en el marco de referencia, así como en la validación de contenido realizada mediante consulta a expertos. Este enfoque es consistente con las recomendaciones metodológicas para la construcción de índices compuestos, las cuales señalan que la calidad y validez de estos instrumentos dependen fundamentalmente de la pertinencia conceptual de los indicadores, la coherencia del marco teórico y la transparencia de las decisiones metodológicas adoptadas durante su construcción (OECD 2008; Nardo et al. 2008).

En este contexto, los análisis de consistencia interna y estructura factorial se utilizan como herramientas complementarias para evaluar la coherencia y el comportamiento estadístico de los indicadores considerados en la construcción del índice. Si bien estos análisis aportan evidencia empírica adicional sobre la estructura de los datos, su interpretación debe realizarse de manera complementaria a los criterios conceptuales y metodológicos que sustentan la construcción del índice compuesto.

Como primer análisis complementario, se evaluó la consistencia interna de las dimensiones consideradas en el índice compuesto mediante el coeficiente Alpha de Cronbach. Aunque este indicador suele emplearse principalmente en modelos de carácter

reflectivo, su estimación permite examinar el grado de asociación existente entre las variables que integran cada dimensión y valorar su comportamiento estadístico dentro de la estructura propuesta. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 8.

Los resultados muestran niveles adecuados de consistencia interna en la mayoría de las dimensiones analizadas. Las dimensiones de integración con clientes (0,8332), integración estratégica (0,8020) e integración interna (0,7751) presentan los coeficientes más elevados, evidenciando una asociación estadística consistente entre las variables que las conforman. Asimismo, el índice compuesto global registra un Alpha de Cronbach de 0,8976, lo que refleja una elevada coherencia estadística entre el conjunto de indicadores considerados en la investigación (Hair et al. 2019).

Por su parte, la dimensión de comunicación digital presenta un coeficiente inferior (0,5416), resultado que puede atribuirse a la naturaleza heterogénea de los indicadores asociados al acceso y uso básico de TIC. De manera similar, la dimensión de integración interorganizacional registra un nivel moderado de consistencia (0,6847), comportamiento que resulta coherente con la diversidad de mecanismos de cooperación, vinculación y coordinación empresarial incluidos en esta dimensión. En conjunto, estos resultados sugieren que las variables consideradas presentan un comportamiento estadístico compatible con la estructura dimensional propuesta para el índice.

Tabla 10.

Resultados de consistencia interna de las dimensiones del índice compuesto

N.º	Dimensión	Alfa Cronbach
1	Comunicación digital	0.5416
2	Integración interna	0.7751
3	Integración con los clientes	0.8332
4	Integración interorganizacional	0.6847
5	Integración estratégica	0.802
6	Índice compuesto global	0.8976

Elaboración propia

Como complemento a los análisis anteriores, se aplicó un análisis factorial exploratorio (AFE) con el propósito de examinar el comportamiento estadístico de las variables consideradas en el índice y evaluar la existencia de asociaciones que justificaran su análisis conjunto. Dado el carácter principalmente formativo del índice compuesto, el AFE no se utiliza como criterio principal de validación del constructo ni como prueba definitiva de la estructura dimensional propuesta, sino como una herramienta complementaria para examinar la adecuación estadística de los indicadores seleccionados.

Los resultados muestran un índice KMO de 0,8988, valor que indica una adecuada suficiencia muestral para la aplicación del análisis factorial. Asimismo, la prueba de esfericidad de Bartlett resultó estadísticamente significativa ($p < 0,001$), lo que confirma la presencia de relaciones estadísticamente significativas entre las variables analizadas y respalda la aplicación del análisis factorial (Hair et al. 2019).

En consecuencia, los resultados obtenidos indican que las variables consideradas presentan condiciones estadísticas adecuadas para su análisis conjunto dentro del índice compuesto. Desde esta perspectiva, el AFE aporta evidencia complementaria sobre la adecuación de los indicadores seleccionados y sobre la existencia de relaciones estadísticas entre ellos, sin constituir una prueba concluyente de la validez o confirmación de la estructura dimensional propuesta.

Tabla 11.

Resultados globales del análisis factorial exploratorio

Nro.	Indicador	Resultado
1	KMO	0.8988
2	Bartlett χ^2	61621.0165
3	Significación	0.000

Elaboración propia

3.3. Formula final del índice compuesto

Finalmente, el índice compuesto de madurez digital se calculó mediante la agregación ponderada de las cinco dimensiones consideradas en la investigación. El indicador resultante se expresa en una escala de 0 a 1, donde los valores más cercanos a 0 representan menores niveles de madurez digital en la adopción de TIC, mientras que los valores próximos a 1 reflejan mayores niveles de integración y aprovechamiento de las tecnologías digitales dentro de la organización. Esta estructura permite facilitar la comparabilidad de los resultados y la clasificación posterior de las empresas según su nivel de madurez digital.

De esta manera, la fórmula del índice compuesto quedó definida de la siguiente forma:

$$IMDTIC = (D_1 \times 0.1494) + (D_2 \times 0.2241) + (D_3 \times 0.2356) + (D_4 \times 0.1954) + (D_5 \times 0.1954)$$

donde:

- D_1 : Comunicación digital
- D_2 : Integración interna

- D_3 : Integración con clientes
- D_4 : Integración interorganizacional
- D_5 : Integración estratégica

3.4. Análisis del índice compuesto de madurez digital

Con el objetivo de evaluar el nivel general de madurez digital en la adopción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se analizó el comportamiento del índice compuesto según tamaño de empresa y sector económico. Debido a que el índice integra distintas dimensiones asociadas al acceso, uso e integración de tecnologías digitales dentro de las organizaciones, su interpretación permite identificar diferentes niveles de madurez digital empresarial.

Desde la perspectiva de los modelos de madurez digital, la adopción de TIC constituye un proceso evolutivo y multidimensional mediante el cual las organizaciones avanzan progresivamente desde niveles básicos de acceso y uso tecnológico hacia formas más complejas de integración digital, articulación organizacional y aprovechamiento estratégico de las tecnologías. En este sentido, la madurez digital permite evaluar el grado de desarrollo alcanzado por las empresas en la incorporación de TIC dentro de sus procesos internos, relaciones externas y mecanismos de gestión, identificando distintos niveles de capacidad digital dentro de una trayectoria gradual de adopción e integración tecnológica (Kane et al. 2015; Rossmann 2019; Kalender y Žilka 2024).

A diferencia del análisis descriptivo realizado para cada dimensión individual, donde los indicadores fueron agrupados en tres categorías (bajo, medio y alto) con fines comparativos, el índice compuesto fue clasificado en cinco niveles de madurez digital: muy bajo, bajo, intermedio, alto y avanzado. Esta clasificación tiene un carácter analítico y busca facilitar una interpretación integral de los resultados sobre una escala normalizada de 0 a 1, considerando conjuntamente las dimensiones de comunicación digital, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica.

La utilización de niveles progresivos de madurez es consistente con los enfoques multidimensionales propuestos en la literatura, los cuales conciben la adopción de TIC y la transformación digital como procesos graduales de integración tecnológica y organizacional (Teichert 2019; Kalender y Žilka 2024). Asimismo, el uso de categorías interpretativas sobre índices normalizados sigue recomendaciones metodológicas

orientadas a facilitar el análisis comparativo y la interpretación de indicadores compuestos (OECD 2008).

En términos conceptuales, los niveles inferiores del índice reflejan empresas con capacidades digitales limitadas y uso básico de TIC, mientras que los niveles intermedios evidencian procesos más estructurados de integración de las TIC en actividades operativas y de relación con clientes. Por su parte, los niveles altos y avanzados representan organizaciones con mayores capacidades de articulación estratégica, integración organizacional y aprovechamiento de las TIC como soporte para procesos más avanzados de transformación digital, en línea con los enfoques de madurez digital desarrollados por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), Westerman, Bonnet y McAfee (2014) y Hanelt et al. (2021).

La Tabla 12 presenta la clasificación analítica utilizada para interpretar los niveles de madurez digital del índice compuesto. Los puntos de corte fueron definidos mediante intervalos equidistantes sobre la escala normalizada del índice.

Tabla 12.

Niveles de interpretación del índice compuesto de madurez digital

Rango del índice	Nivel de madurez digital	Interpretación general
0.00 – 0.20	Muy bajo	Uso limitado de TIC y baja integración digital
0.21 – 0.40	Bajo	Adopción básica de TIC principalmente operativa
0.41 – 0.60	Intermedio	Integración parcial de TIC en procesos organizacionales
0.61 – 0.80	Alto	Integración digital consolidada en procesos y gestión
0.81 – 1.00	Avanzado	Uso estratégico de TIC y capacidades digitales maduras

Elaboración propia

La Tabla 13 presenta los estadísticos descriptivos del índice compuesto de madurez digital según tamaño de empresa y sector económico. En términos generales, las grandes empresas registran mayores niveles de madurez digital en comparación con las medianas empresas, evidenciado en medias y medianas superiores en todos los sectores analizados. Estos resultados sugieren una mayor capacidad de las grandes organizaciones para integrar y aprovechar las TIC dentro de sus procesos operativos, organizacionales y estratégicos.

A nivel sectorial, las empresas pertenecientes a los sectores de servicios y manufactura, minería y construcción presentan los niveles más elevados de madurez digital, particularmente en el segmento de grandes empresas, donde las medianas superan valores de 0,59. En contraste, el sector comercio muestra los niveles más bajos de madurez digital tanto en grandes como en medianas empresas. Asimismo, los valores de

dispersión observados reflejan un comportamiento heterogéneo en el grado de adopción e integración de TIC entre empresas, lo que evidencia diferencias significativas en las capacidades digitales alcanzadas dentro del tejido empresarial ecuatoriano.

Tabla 13.

Estadísticos descriptivos del índice compuesto según tamaño de empresa y sector económico

Tamaño de empresa	Sector económico	N	Media	Desv. est.	Min	P25	Mediana	P75	Max
Grande Empresa	Comercio	1761	0,506	0,163	0,000	0,391	0,509	0,628	0,878
	Manufactura, minería y construcción	883	0,567	0,157	0,020	0,466	0,591	0,681	0,922
	Servicio	860	0,578	0,173	0,022	0,477	0,594	0,701	0,922
Mediana Empresa	Comercio	274	0,411	0,152	0,000	0,314	0,413	0,505	0,834
	Manufactura, minería y construcción	207	0,422	0,166	0,025	0,293	0,426	0,548	0,763
	Servicio	450	0,480	0,170	0,000	0,364	0,495	0,603	0,898

Elaboración propia

La Figura 6 muestra la distribución del índice compuesto de madurez digital según tamaño de empresa. En términos generales, las grandes empresas presentan niveles superiores de madurez digital respecto a las medianas empresas, evidenciado en medianas más elevadas y una mayor concentración de valores en niveles intermedios y altos del índice.

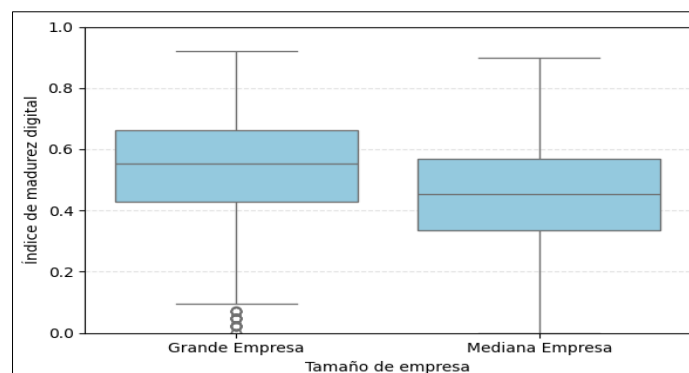


Figura 6. Distribución del índice compuesto de madurez digital según tamaño de empresa

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

La Figura 7 evidencia diferencias sectoriales en los niveles de madurez digital de las grandes empresas. Los sectores de servicios y manufactura, minería y construcción presentan medianas superiores respecto al sector comercio, lo que sugiere mayores niveles de integración y aprovechamiento de TIC dentro de sus procesos organizacionales.

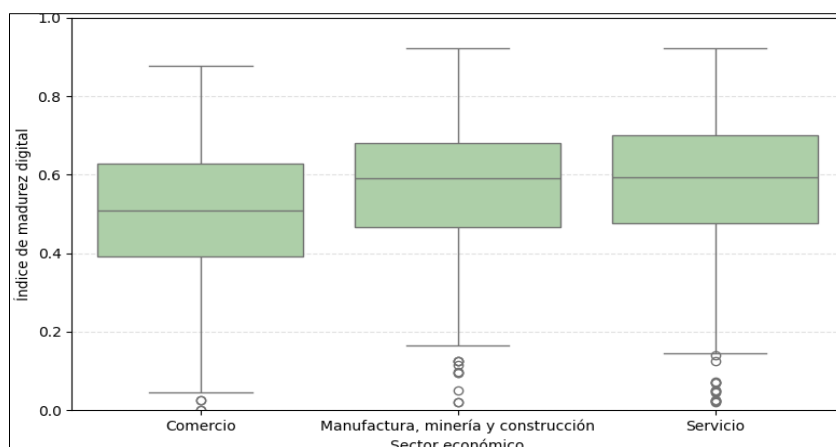


Figura 7. Distribución del índice compuesto de madurez digital en grandes empresas según sector económico

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

La Figura 8 presenta la distribución del índice compuesto en medianas empresas según sector económico. Aunque el sector servicios registra niveles relativamente superiores de madurez digital, se observa una mayor dispersión de resultados entre sectores, reflejando un comportamiento más heterogéneo en los procesos de adopción e integración de TIC.

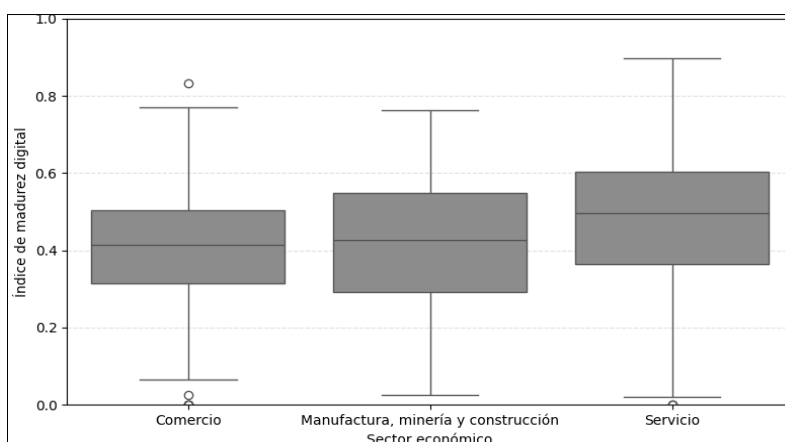


Figura 8. Distribución del índice compuesto de madurez digital en medianas empresas según sector económico

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

La Figura 9 presenta la distribución porcentual de empresas según nivel de madurez digital, tamaño y sector económico. Las tonalidades verdes representan una mayor concentración porcentual de empresas dentro de cada nivel de madurez digital, mientras que las tonalidades rojizas indican una menor participación relativa.

Los resultados evidencian una marcada concentración de empresas en niveles intermedios de madurez digital, tanto en grandes como en medianas empresas, lo que

sugiere que una parte importante del tejido empresarial ecuatoriano ha logrado avanzar en procesos de adopción e integración operativa de TIC, aunque todavía persisten limitaciones para consolidar capacidades digitales más avanzadas. Este comportamiento es consistente con los enfoques de madurez digital que plantean trayectorias evolutivas de integración tecnológica y organizacional, donde las empresas avanzan progresivamente desde usos básicos de TIC hacia formas más complejas de articulación digital y aprovechamiento estratégico de las tecnologías (Teichert 2019; Özşahin, Çallı, y Coşkun 2022).

En el caso de las grandes empresas, los sectores de servicios y manufactura, minería y construcción presentan mayores porcentajes de organizaciones ubicadas en niveles altos de madurez digital, superando el 40 % de participación en esta categoría. Sin embargo, la presencia de empresas en el nivel avanzado continúa siendo reducida, incluso dentro de estos sectores, donde apenas alcanza entre 4 % y 6 % de los casos analizados. Esto evidencia que, aunque existen avances importantes en integración y aprovechamiento organizacional de TIC, todavía son limitadas las empresas que han logrado incorporar las tecnologías digitales como parte de procesos estratégicos consolidados de transformación organizacional. De manera particular, el sector comercio concentra el mayor número de grandes empresas analizadas ($n = 1761$) y presenta una mayor participación en niveles intermedios y bajos de madurez digital, reflejando un uso de TIC más orientado a funciones operativas y administrativas que a capacidades digitales avanzadas.

Por su parte, las empresas medianas presentan una concentración significativamente mayor en niveles bajos e intermedios de madurez digital, acompañada de una participación limitada en niveles altos y prácticamente insignificantes en niveles avanzados. Este comportamiento resulta especialmente visible en los sectores de comercio y manufactura, minería y construcción, donde más del 70 % de las empresas se concentra entre niveles bajos e intermedios. Aunque el sector servicios presenta resultados relativamente más favorables dentro del segmento de medianas empresas, los niveles avanzados siguen representando una proporción muy reducida de organizaciones.

En conjunto, los resultados reflejan que las empresas ecuatorianas han avanzado progresivamente en la incorporación e integración operativa de TIC; sin embargo, todavía persisten importantes brechas para alcanzar niveles avanzados de madurez digital asociados con integración estratégica, articulación interorganizacional y aprovechamiento intensivo de tecnologías digitales.

Esto evidencia que, en gran parte del tejido empresarial analizado, la adopción de TIC continúa concentrándose principalmente en procesos operativos y funcionales, mientras que las capacidades digitales orientadas a la transformación organizacional aún presentan niveles de desarrollo más limitados, en línea con los planteamientos de Westerman, Bonnet y McAfee (2014) y Hanelt et al. (2021).

Tamaño de empresa	Sector económico	Nivel de madurez digital				
		Muy bajo (0,00–0,20)	Bajo (0,21–0,40)	Intermedio (0,41–0,60)	Alto (0,61–0,80)	Avanzado (0,81–1,00)
Grandes empresas (n = 3.504)	 Comercio (n = 1.761)	4,0	22,4	42,3	29,2	2,0
	 Manufactura, minería y construcción (n = 883)	2,1	12,9	38,6	42,1	4,2
	 Servicios (n = 860)	3,4	11,7	35,2	43,0	6,6
Medianas empresas (n = 931)	 Comercio (n = 274)	9,1	35,8	44,2	10,6	0,4
	 Manufactura, minería y construcción (n = 207)	11,1	29,9	43,5	15,5	0,0
	 Servicios (n = 450)	5,6	25,6	42,7	24,7	1,6

Figura 9. Distribución porcentual de empresas según nivel de madurez digital, tamaño de empresa y sector económico

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

No obstante, la reducida participación de empresas en niveles avanzados de madurez digital refleja que todavía persisten importantes limitaciones para consolidar procesos de integración estratégica, articulación interorganizacional y aprovechamiento intensivo de TIC dentro de la gestión empresarial.

En este sentido, los resultados sugieren que gran parte de las organizaciones analizadas ha logrado incorporar tecnologías digitales para fortalecer actividades operativas y administrativas, aunque aún existen desafíos para integrar las TIC como elemento transversal de transformación organizacional y generación de valor, en línea con los enfoques evolutivos de madurez digital propuestos por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), Westerman, Bonnet y McAfee (2014) y Hanelt et al. (2021).

Asimismo, las diferencias observadas según tamaño de empresa y sector económico evidencian que los procesos de adopción e integración de TIC no evolucionan de manera homogénea dentro del tejido empresarial ecuatoriano. Las grandes empresas, particularmente en los sectores de servicios y manufactura, minería y construcción, presentan mayores niveles de integración y aprovechamiento organizacional de TIC, lo

que podría asociarse con una mayor disponibilidad de recursos, infraestructura tecnológica y capacidades de gestión para impulsar procesos de digitalización más estructurados.

En contraste, las medianas empresas muestran una mayor concentración en niveles bajos e intermedios de madurez digital, reflejando procesos de adopción tecnológica más fragmentados y orientados principalmente a funciones operativas. Estos resultados son consistentes con estudios previos sobre adopción de TIC en empresas latinoamericanas, los cuales señalan que las limitaciones de inversión, capacitación, infraestructura y planificación estratégica continúan condicionando el desarrollo digital empresarial, especialmente en organizaciones de menor tamaño (Shiels, McIvor, y O'Reilly 2003; Cathles, Suaznabar, y Vargas 2022).

De manera particular, los resultados sectoriales evidencian que el sector comercio mantiene una mayor concentración de empresas en niveles intermedios y bajos de madurez digital, incluso dentro del segmento de grandes empresas. Este comportamiento sugiere que, aunque existe adopción de TIC en actividades vinculadas con comunicación, gestión administrativa y operaciones comerciales, todavía son limitados los procesos de integración digital avanzada orientados a articulación estratégica, innovación organizacional y coordinación interorganizacional. Por el contrario, los sectores de servicios y manufactura, minería y construcción presentan mayores niveles de integración de TIC dentro de procesos organizacionales más complejos, lo que podría estar asociado con mayores exigencias operativas, coordinación de actividades y necesidades de intercambio de información dentro de sus cadenas de valor (Venkatraman 1994; Kane et al. 2015).

En conjunto, los hallazgos obtenidos permiten evidenciar que la adopción de TIC en las empresas ecuatorianas continúa concentrándose principalmente en dimensiones operativas y funcionales, mientras que los niveles vinculados con integración estratégica y aprovechamiento avanzado de tecnologías digitales presentan un menor grado de desarrollo. Desde esta perspectiva, el índice compuesto propuesto constituye una herramienta útil para identificar distintos niveles de madurez digital en la adopción de TIC y diagnosticar brechas de integración tecnológica dentro del contexto empresarial ecuatoriano, contribuyendo así al análisis de los procesos de digitalización empresarial desde un enfoque multidimensional y evolutivo de madurez digital.

Conclusiones

La presente investigación construyó un índice compuesto para medir el nivel de madurez digital en la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en medianas y grandes empresas ecuatorianas, contribuyendo al análisis de los procesos de adopción e integración de TIC desde un enfoque multidimensional y evolutivo. Aunque en la literatura existen diversos estudios relacionados con transformación digital y adopción tecnológica, las investigaciones orientadas a medir empíricamente la madurez digital en la adopción de TIC mediante índices compuestos continúan siendo limitadas en contextos latinoamericanos y particularmente en Ecuador. En este sentido, la investigación constituye una de las primeras aproximaciones empíricas en el país orientadas a evaluar distintos niveles de adopción e integración de TIC utilizando información empresarial de alcance nacional.

La selección del modelo de adopción de TIC desarrollado y validado por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022) resultó pertinente debido a su enfoque multidimensional y progresivo de integración tecnológica, estructurado en cinco dimensiones: comunicación digital, integración interna, integración con clientes, integración interorganizacional e integración estratégica. A diferencia de otros enfoques contruidos principalmente para economías avanzadas o basados en indicadores unidimensionales, este modelo fue validado empíricamente en un contexto de país en desarrollo, considerando distintos niveles de integración tecnológica y dinámicas heterogéneas de adopción de TIC dentro de las organizaciones. En este sentido, su estructura permitió analizar de manera adecuada el contexto empresarial ecuatoriano, caracterizado por importantes diferencias sectoriales, organizacionales y tecnológicas en los procesos de adopción e integración de TIC.

Desde el punto de vista metodológico, uno de los principales aportes de la investigación radica en la utilización de datos abiertos provenientes de la encuesta nacional estructural empresarial (ENESEM), lo que permitió construir y validar un índice compuesto de madurez digital sin necesidad de aplicar instrumentos adicionales de levantamiento de información. Este enfoque evidencia el potencial de las fuentes estadísticas oficiales para desarrollar herramientas diagnósticas orientadas al análisis de la adopción e integración de TIC dentro del sector empresarial. Asimismo, la utilización

de información pública y representativa fortalece la posibilidad de replicar, actualizar y ampliar el índice en futuros estudios relacionados con madurez digital y adopción de TIC en empresas ecuatorianas.

Los resultados obtenidos evidencian que el nivel de madurez digital en la adopción de TIC presenta diferencias importantes según tamaño de empresa y sector económico. Las grandes empresas registran mayores niveles de integración y aprovechamiento organizacional de TIC, particularmente en los sectores de servicios y manufactura, minería y construcción. En contraste, las medianas empresas presentan una mayor concentración en niveles bajos e intermedios de madurez digital, reflejando procesos de adopción de TIC más fragmentados y orientados principalmente a funciones operativas. De manera particular, el sector comercio evidencia menores niveles de madurez digital incluso dentro del segmento de grandes empresas, lo que sugiere limitaciones en procesos de integración estratégica y aprovechamiento avanzado de TIC.

De manera general, la investigación evidencia que la adopción de TIC en las empresas ecuatorianas presenta mayores niveles de desarrollo en dimensiones asociadas con comunicación digital, integración interna e integración con clientes. Variables relacionadas con acceso a internet, uso de correo electrónico, dispositivos móviles, gestión administrativa, redes internas y atención digital a clientes registran altos niveles de incorporación dentro de las organizaciones analizadas, evidenciando una mayor consolidación de procesos operativos y funcionales apoyados en TIC. Sin embargo, las dimensiones de integración interorganizacional e integración estratégica presentan menores niveles de madurez digital. Variables vinculadas con cooperación digital con universidades, centros de I+D, consultores externos, capacitación especializada en TIC, competencias digitales e inversión en tecnologías emergentes muestran niveles considerablemente más bajos dentro de las empresas analizadas. En este sentido, los resultados reflejan que la adopción de TIC en el tejido empresarial ecuatoriano continúa concentrándose principalmente en funciones operativas y administrativas, mientras que los procesos asociados con integración estratégica, articulación interorganizacional e inversión tecnológica avanzada todavía presentan un desarrollo más limitado.

Finalmente, los hallazgos de la investigación evidencian que la madurez digital en la adopción de TIC constituye un fenómeno heterogéneo y progresivo, condicionado por factores organizacionales, sectoriales y tecnológicos. En este contexto, el índice compuesto propuesto representa una herramienta útil para diagnosticar distintos niveles de adopción e integración de TIC e identificar brechas de madurez digital dentro del

sector empresarial ecuatoriano. Asimismo, la investigación abre nuevas posibilidades de estudio relacionadas con los factores que condicionan la adopción de TIC y su impacto sobre variables vinculadas con innovación, productividad y competitividad empresarial en economías en desarrollo.

Recomendaciones

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de fortalecer los procesos de adopción e integración de TIC dentro del tejido empresarial ecuatoriano, especialmente en las medianas empresas y en sectores donde predominan niveles bajos e intermedios de madurez digital. En este sentido, resulta importante que las organizaciones orienten mayores esfuerzos no solo hacia el uso de TIC para actividades operativas y administrativas, sino también hacia formas más avanzadas de integración tecnológica vinculadas con planificación estratégica, coordinación organizacional y aprovechamiento de TIC en procesos de gestión y toma de decisiones, en concordancia con evidencia internacional que señala la necesidad de avanzar desde usos digitales básicos hacia una mayor integración de las tecnologías en los procesos empresariales y estratégicos (OECD 2021)

Asimismo, los hallazgos muestran la importancia de fortalecer procesos de integración interorganizacional mediante el uso de TIC, particularmente en aspectos relacionados con cooperación digital entre empresas, proveedores, universidades, centros de investigación y otros actores externos. Los bajos niveles observados en variables asociadas con cooperación tecnológica y articulación digital evidencian limitaciones en los procesos de intercambio de información, innovación y conocimiento dentro del entorno empresarial ecuatoriano, especialmente en las medianas empresas. En este sentido, evidencia empírica muestra que la cooperación entre empresas y universidades, mediante investigación conjunta e intercambio de recursos, puede favorecer el desarrollo de conocimiento digital y mayores niveles de digitalización empresarial (Schröder et al. 2026).

Por otro lado, la evidencia empírica internacional muestra que las políticas públicas pueden desempeñar un papel importante en la adopción de tecnologías avanzadas. En Corea, el programa AI Voucher proporcionó apoyo financiero a empresas para adquirir e implementar soluciones de inteligencia artificial ofrecidas por proveedores especializados; su evaluación identificó efectos positivos en las ventas y el empleo de las empresas beneficiarias (Hyun et al. 2025). En este contexto, resulta pertinente impulsar

políticas públicas orientadas a fortalecer la adopción e integración estratégica de TIC dentro del sector empresarial ecuatoriano, mediante programas de financiamiento, asistencia técnica y capacitación especializada. Particularmente, los resultados obtenidos evidencian la necesidad de ampliar iniciativas relacionadas con la formación en competencias digitales, especialización TIC e incorporación de tecnologías emergentes, considerando el bajo nivel de desarrollo observado en estas variables. Del mismo modo, el fortalecimiento de mecanismos de articulación digital entre empresas y actores institucionales podría contribuir a consolidar procesos más avanzados de integración tecnológica e innovación empresarial.

Desde el ámbito metodológico, la investigación evidencia el potencial de las fuentes de datos abiertos para desarrollar herramientas de diagnóstico relacionadas con madurez digital en la adopción de TIC. La evidencia internacional destaca que el fortalecimiento de la capacidad estadística y la disponibilidad de información de calidad son fundamentales para generar mediciones comparables y actualizables que apoyen el análisis y la toma de decisiones, particularmente en los países en desarrollo (Dang et al. 2024). En este sentido, fortalecer la continuidad y disponibilidad de información estadística empresarial vinculada con incorporación, uso e integración de TIC permitiría actualizar periódicamente indicadores de madurez digital y ampliar el análisis hacia otros sectores y tamaños de empresa.

Finalmente, futuras investigaciones podrían profundizar en el análisis de los factores que condicionan la madurez digital en la adopción de TIC y evaluar su relación con variables asociadas con productividad, innovación y competitividad empresarial. La evidencia empírica ha identificado asociaciones entre la intensidad digital y resultados como ingresos, valor agregado y productividad laboral (Kuosmanen, Pajarinen y Heshmati 2026), mientras que estudios con datos de panel han permitido examinar la evolución de la digitalización empresarial y su relación con la productividad a lo largo del tiempo (Guo et al. 2023; Zhang y Dong 2023). En este sentido, resultaría relevante incorporar estudios longitudinales que permitan analizar la evolución de los niveles de madurez digital y los procesos de integración de TIC dentro del sector empresarial ecuatoriano.

Lista de referencias

- Alderete, María Verónica. 2012. “Medición de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Empresas de Servicio de Colombia”. *Cuadernos de Administración* 25 (45): 39–62.
- Banco Mundial. 2023. *Economía Digital para América Latina y el Caribe Diagnóstico de país: Ecuador*. AUS0002748.
- Bartlett, Maurice Stevenson. 1954. “A Note on the Multiplying Factors for Various χ^2 Approximations”. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B* 16 (2): 296–8.
- Berghaus, Sabine, y Andrea Back. 2016. “Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study”. Ponencia presentada en el MCIS 2016 Proceedings. Pafos, 4 al 6 de septiembre. <https://aisel.aisnet.org/mcis2016/22>.
- Bharadwaj, Anandhi, Omar A. El Sawy, Paul A. Pavlou, y N. Venkatraman. 2013. “Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights”. *MIS Quarterly* 37 (2): 471–82. doi:10.25300/MISQ/2013/37:2.3.
- BID. 2017. *Economía digital en América Latina y el Caribe: situación actual y recomendaciones*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bodero, Elba María, y Marisa Raquel De Giusti. 2024. *Modelo de Madurez para Preservación Digital*. Riobamba: Editorial Esprint. doi:10.61347/ei-lib.2.
- Borowiecki, Martin, Jon Pareliussen, Daniela Glocker, Eun Jung Kim, Michael Polder, y Iryna Rud. 2021. *The Impact of Digitalisation on Productivity: Firm-Level Evidence from the Netherlands*. Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/e800ee1d-en.
- Brodny, Jarosław, y Magdalena Tutak. 2022. “Analyzing the Level of Digitalization among the Enterprises of the European Union Member States and Their Impact on Economic Growth”. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 8 (2): 1–29. doi:10.3390/joitmc8020070.
- Cathles, Alison, Claudia Suaznabar, y Fernando Vargas. 2022. “Radiografía de la transformación digital en las firmas de América Latina y el Caribe: resumen”. *Publicaciones BID*. Junio. doi:10.18235/0004328.

- Chavarry, Diana Pamela, y Svetlana Revinova. 2025. "Assessing Digital Technology Development in Latin American Countries: Challenges, Drivers, and Future Directions". *Social Sciences* 5 (2): 1-14. doi:10.20944/preprints202503.0025.v1.
- Chwiłkowska, Anna, Szymon Cyfert, Kamila Malewska, Katarzyna Mierzejewska, y Witold Szumowski. 2023. "The Impact of Resources on Digital Transformation in Energy Sector Companies. The Role of Readiness for Digital Transformation". *Technology in Society* 74: 1-11. doi:10.1016/j.techsoc.2023.102315.
- Cronbach, Lee J. 1951. "Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests". *Psychometrika* 16 (3): 297-334. doi:10.1007/BF02310555.
- Dang, Hai-Anh H., Dean Jolliffe, Umar Serajuddin, and Brian Stacy. 2024. "Country Statistical Capacity: A Recent Assessment Tool and Further Reflections on the Way Forward." *Statistical Journal of the IAOS* 40 (2): 211–225. doi.org/10.3233/SJI-230093.
- Delgado, Betty Cecilia. 2023. "Gestión del cambio organizacional y su impacto en la transformación digital de las instituciones públicas." *Revista internacional de Investigación y Desarrollo Global* 2 (3): 34–48. doi:10.64041/riidg.v2i3.14.
- Díaz-Arancibia, Jaime, Jorge Hochstetter-Diez, Ana Bustamante-Mora, Samuel Sepúlveda-Cuevas, Isidora Albayay, y Jeferson Arango-López. 2024. "Navigating Digital Transformation and Technology Adoption: A Literature Review from Small and Medium-Sized Enterprises in Developing Countries" *Sustainability* 16 (14): 1-31. doi:10.3390/su16145946.
- Duran, Julian, y Rubén Castillo. 2023. "Factors Related to Information and Communication Technologies Adoption in Small Businesses in Colombia". *Journal of Innovation and Entrepreneurship* 12 (1): 1-14. doi:10.1186/s13731-023-00272-5.
- Dwivedi, Prabhudatt, Ganesh Prasad Sahu, Vivekanand Singh, y Vikas Patel. 2024. "Strategy for Adoption of Information and Communication Technology in the Development of Small and Medium Enterprises in the Emerging Market". *Corporate and Business Strategy Review* 5: 440–9. doi:10.22495/cbsrv5i1siart17.
- Ellström, Daniel, Johan Holtström, Emma Berg, y Cecilia Josefsson. 2022. "Dynamic Capabilities for Digital Transformation". *Journal of Strategy and Management* 15 (2): 272–86. doi:10.1108/JSMA-04-2021-0089.
- Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2025. "Metodología de la encuesta estructural empresarial 2023". *Dirección de Estadísticas Económicas*.

- 12 de mayo. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Estructural_Empresarial/2023/2023_E_NESEM_Documento_Metodologico.pdf.
- Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ministerio de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información (MINTEL), y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2024. “Reporte Chequeo Digital 2022-2023. El aprendizaje en la madurez digital en Ecuador”. *Observatorio Ecuador Digital*. 16 de agosto. <https://observatorioecuadordigital.mintel.gob.ec/wp-content/uploads/2024/09/CHEQUEO-DIGITAL.pdf>.
- Farré, Daniel, y Marianela De Bastista. 2023. “Modelo de madurez para la autoevaluación del grado de cambio digital y de gestión”. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 21. 9–32.
- Faruque, Omar, Saddam Nasir Chowdhury, Golam Rabbani, y Nure Alam Khan. 2024. “Technology Adoption and Digital Transformation in Small Businesses: Trends, Challenges, and Opportunities”. *International Journal for Multidisciplinary Research* 6 (5): 1–27. doi:10.36948/ijfmr.2024.v06i05.29207.
- Gatica, Francisco, Mario Ramos, Rubén Andrés, Hernán Revale, y Valentina Fernández. 2024. “Digital Technologies 4.0 in Small and Medium-Sized Manufacturing Industries: Cases of the Central Region of Argentina and the Biobio Region of Chile”. *Sage Open* 14 (2): 1–17. doi:10.1177/21582440241249285.
- Greco, Salvatore, Alessio Ishizaka, Menelaos Tasiou, y Gianpiero Torrisi. 2019. “On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness”. *Social Indicators Research* 141 (1): 61–94. doi:10.1007/s11205-017-1832-9.
- Guo, Xiaochuan, Mengmeng Li, Yanlin Wang, y Abbas Mardani. 2023. “Does Digital Transformation Improve the Firm’s Performance? From the Perspective of Digitalization Paradox and Managerial Myopia.” *Journal of Business Research* 163: 113–128. doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113868
- Hair, Joseph F, Willian C Black, Barry J Banbi, y Rolph E Anderson. 2019. *Multivariate Data Analysis*. 8.^a ed. Reino Unido: Cengage Learning EMEA.
- Hanelt, André, René Bohnsack, David Marz, y Cláudia Antunes Marante. 2021. “A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change”. *Journal of Management Studies* 58 (5): 1159–97. doi:10.1111/joms.12639.

- Hyun, Bohun, Yugyung Jung, Seungyong Shin y Hoon Choi. 2025. "Does AI Adoption Drive Firm Growth and Employment? Evidence from the AI Voucher Program." *Korean Journal of Labor Economics* 48 (2): 1–33. doi.org/10.23416/klea.2025.48.2.001.
- Jung, Juan, y Raúl Katz. 2023. *Impacto del COVID-19 en la digitalización de América Latina*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Kaiser, Henry F. 1974. "An index of factorial simplicity". *Psychometrika* 39: 31–36. doi:https://doi.org/10.1007/BF02291575.
- Kalender, Zeynep Tuğçe, y Miroslav Žilka. 2024. "A Comparative Analysis of Digital Maturity Models to Determine Future Steps in the Way of Digital Transformation". *Procedia Computer Science* 232: 903–12. doi:10.1016/j.procs.2024.01.090.
- Kallmuenzer, Andreas, Alexey Mikhaylov, Mihaela Chelaru, y Wojciech Czakon. 2025. "Adoption and Performance Outcome of Digitalization in Small and Medium-Sized Enterprises". *Review of Managerial Science* 19 (7): 2011–38. doi:10.1007/s11846-024-00744-2.
- Kane, Gerald C., Doug Palmer, Anh Phillips, David Kiron, y Natasha Buckley. 2017. "Achieving Digital Maturity". *MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press*. 13 de julio. <https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2017/11/1105-59180-MITSMR-Deloitte-Digital-Report-2017.pdf>
- Kane, Gerald C., Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, y Natasha Buckley. 2015. "Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation". *MIT Sloan Management Review*. 14 de julio. <https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/>.
- Kocaoglu, Batuhan, y Ezgi Demir. 2019. "The Use of McKinsey's 7S Framework as a Strategic Planning and Economic Assessment Tool in the Process of Digital Transformation". *Pressacademia* 9 (9): 114–9. doi:10.17261/Pressacademia.2019.1078.
- Konopik, Jens, Christoph Jahn, Tassilo Schuster, Nadja Hoßbach, y Alexander Pflaum. 2022. "Mastering the Digital Transformation through Organizational Capabilities: A Conceptual Framework". *Digital Business* 2 (2): 2–13. doi:10.1016/j.digbus.2021.100019.

- Kraus, Sascha, Susanne Durst, João J. Ferreira, Pedro Veiga, Norbert Kailer, y Alexandra Weinmann. 2022. "Digital Transformation in Business and Management Research: An Overview of the Current Status Quo". *International Journal of Information Management* 63: 2–15. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2021.102466.
- Krechovská, Michaela, Pavlína Hejduková, y Lucie Kureková. 2023. "Measurement of Digital Performance by Composite Indexes: Analysis of Member States EU". *České Budějovice*: 75–81. doi:10.32725/978-80-7394-976-1.12.
- Kuosmanen, Natalia, Mika Pajarinen, y Almas Heshmati. 2026. "Digital Technology Adoption and Firm Performance: Evidence from Finland's Service Sector Using Linked Microdata." *Telecommunications Policy* 50 (1): 103–116. doi.org/10.1016/j.telpol.2025.103080.
- Laudon, Kenneth, y Jane Laudon. 2022. *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. 17ª ed. Reino Unido: Pearson.
- Lloret-Segura, Susana, Adoración Ferreres-Traver, Ana Hernández-Baeza, y Inés Tomás-Marco. 2014. "El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada". *Anales de Psicología* 30 (3): 1151–69. doi:10.6018/analesps.30.3.199361.
- Miranda, Julian. 2023. "La transformación digital: estrategia generadora de cambios en las organizaciones". *Revista Estrategia Organizacional* 12 (2): 109–35. doi:10.22490/25392786.6791.
- Morales, Susana, Belén Fernández, y Elizabeth Vidal. 2025. "Tecnologías 4.0: condiciones de acceso y uso en pequeñas y medianas empresas de Argentina". *CRONÍA* 21: 72–83. doi:10.63207/9w99yh13.
- Moreira, Luís L., Sofia S. Pinto, Leonardo Costa, y Nuno Araújo. 2025. "Evaluating Digital Transformation in Small and Medium Enterprises Using the Alkire-Foster Method". *Heliyon* 11 (2): 1–18. doi:10.1016/j.heliyon.2025.e41838.
- Nadkarni, Swen, y Reinhard Prügl. 2021. "Digital Transformation: A Review, Synthesis and Opportunities for Future Research". *Management Review Quarterly* 71 (2): 233–341. doi:10.1007/s11301-020-00185-7.
- Nambisan, Satish, Kalle Lyytinen, Ann Majchrzak, y Michael Song. 2017. "Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research in a Digital World". *MIS Quarterly* 41 (1): 223–38. doi:10.25300/MISQ/2017/41:1.03.

- Núñez, Georgina, Valeria Jordán, Fernando Rojas, Mauricio Agudelo, Valeria Jordán, y Fernando Rojas. 2020. *Las oportunidades de la digitalización en América Latina frente al Covid-19*. Caracas: CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1541>.
- Ochoa, Oswaldo Lorenzo. 2016. "Modelos de Madurez Digital: ¿En qué consisten y qué podemos aprender de ellos?". *Boletín de Estudios Económicos* 71 (219): 573–90.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. 2008. "Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide". *OECD Publishing*. 22 de agosto https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2008/08/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_g1gh9301/9789264043466-en.pdf.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) 2019. *Cómo medir la transformación digital: Hoja de ruta para el futuro*. París: OECD Publishing. doi:10.1787/af309cb9-es.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) 2021. *The Digital Transformation of SMEs. OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship*. Paris: OECD Publishing. doi.org/10.1787/bdb9256a-en
- Oloyede, Abdulkarim A., Nasir Faruk, Nasir Noma, Ebinimi Tebepah, y Augustine K. Nwaulune. 2023. "Measuring the Impact of the Digital Economy in Developing Countries: A Systematic Review and Meta- Analysis". *Heliyon* 9 (7): 1–19 doi:10.1016/j.heliyon.2023.e17654.
- Omrani, Nessrine, Nada Rejeb, Adnane Maalaoui, Marina Dabić, y Sascha Kraus. 2024. "Drivers of Digital Transformation in SMEs". *IEEE Transactions on Engineering Management* 71: 5030–43. doi:10.1109/TEM.2022.3215727.
- ONUDI. 2021. *Informe sobre el desarrollo industrial 2022. El Futuro de la Industrialización en un mundo Post-Pandémico*. Viena: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).
- Özşahin, Mehtap, Büşra Alma Çallı, y Erman Coşkun. 2022. "ICT Adoption Scale Development for SMEs". *Sustainability* 14 (22): 1–28. doi:10.3390/su142214897.
- Páez, Iliana, Mauricio Sanabria, Valérie Gauthier, Rafael Alberto Méndez, y Liliana Rivera, eds. 2021. *Transformación digital en las organizaciones*. Bogotá: Universidad del Rosario. doi:10.12804/urosario9789587848366.

- Pérez, Vladimir Damián Fernández, Tomás Fernández Gómez, Francisco Javier Miranda Sánchez, y Mitzy E. Fernández Pérez. 2024. “Modelo de Madurez Digital para mejora continua”. *South Florida Journal of Development* 5 (3): 1–12 doi:10.46932/sfjdv5n3-012.
- PNUD. 2023. *Diagnóstico de Preparación Digital del Ecuador (Digital Readiness Assessment)*. Quito: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Reis, João, y Nuno Melão. 2023. “Digital Transformation: A Meta-Review and Guidelines for Future Research”. *Heliyon* 9 (1): 1–19. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e12834.
- Rodríguez, Oscar Andrés, Darlyn Yolima Balbin, y Antonio Boada. 2024. “Digital Maturity Level, a Roadmap for Digital Transformation: Case Study”. *Revista de Gestão Social e Ambiental* 18 (11):1–20. doi:10.24857/rgsa.v18n11-256.
- Rossmann, Alexander. 2019. “Digital Maturity: Conceptualization and Measurement Model”. Ponencia presentada en la 39th Conference Bridging the Internet of People, Data, and Things (ICIS). San Francisco, 13-16 de diciembre. <https://www.researchgate.net/publication/345760193>.
- Sánchez, Aurora, Yahima Hadfeg, Claudia De La Fuente, y Cristian Vidal. 2025. “Assessing Digital Maturity in Chile’s Mining Cluster: A Multi-Dimensional Model-Based Approach”. *Applied Sciences* 15 (17): 1–14. doi:10.3390/app15179444.
- Satyro, Walter, Jose Celso Contador, Jansen Anderson Gomes, Sonia Francisca De Paula Monken, Antonio Pires Barbosa, Flavio Santino Bizarrias, Jose Luiz Contador, Leandro Simplicio Silva, y Rogerio Glaser Prado. 2024. “Technology-Organization-External-Sustainability (TOES) Framework for Technology Adoption: Critical Analysis of Models for Industry 4.0 Implementation Projects”. *Sustainability* 16 (24): 1–25. doi:10.3390/su162411064.
- Schumacher, Andreas, Selim Erol, y Wilfried Sihn. 2016. “A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises”. *Procedia CIRP* 52: 161–6. doi:10.1016/j.procir.2016.07.040.
- Senna, Pedro P, Ana C. Barros, Jaime Bonnin Roca, y Américo Azevedo. 2023. “Development of a Digital Maturity Model for Industry 4.0 Based on the Technology-Organization-Environment Framework”. *Computers & Industrial Engineering* 185: 1–20. doi:10.1016/j.cie.2023.109645.

- Shiels, Helen, Ronan McIvor, y Dolores O'Reilly. 2003. "Understanding the Implications of ICT Adoption: Insights from SMEs". *Logistics Information Management* 16 (5): 312–26. doi:10.1108/09576050310499318.
- Slassi-sennou, Siham, y Soufiane Elmouhib. 2025. "Managing Financial and Operational Risks Through Digital Transformation: The Mediating Influence of Information and Communication Technologies' Adoption and Resistance to Change". *Journal of Risk and Financial Management* 18 (3): 1–15. doi:10.3390/jrfm18030128.
- Schröder, Christian , Zehra Moonum, Stock Christoph y Werner Arndt. 2026. "University Collaboration and Digitalization in SMEs: The Mediating Role of Managers' Digital Knowledge". *R&D Management*, 56: 338-362. doi.org/10.1111/radm.70021.
- Sunday, Eze, y Vera Chinedu-Eze. 2018. "Examining Information and Communication Technology (ICT) Adoption in SMEs: A Dynamic Capabilities Approach". *Journal of Enterprise Information Management* 31 (2): 338–356 doi:10.1108/JEIM-12-2014-0125.
- Tebala, Domenico, Domenico Marino, y Antonella Bianchino, eds. 2023. "*A Composite Indicator to Describe Digital Technology in Europe.*" In *Digital Economy and Business Analytics*. Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-031-34211-0.
- Teichert, Roman. 2019. "Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature". *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 67 (6): 1673–87. doi:10.11118/actaun201967061673.
- Torres-Cardona, Alexandra, Cristian Fabian Pascuaza-Montenegro, Héctor Orlando Tarazona-Galán, y Stevens Moreno-Osorio. 2025. "Las tecnologías de la información y comunicación como herramienta para la gestión de los procesos logísticos en los micronegocios". *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería* 13 (2): 1–12. doi:10.15649/2346030X.4698.
- Tutak, Magdalena, y Jarosław Brodny. 2022. "Business Digital Maturity in Europe and Its Implication for Open Innovation". *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 8 (1): 1–23. doi:10.3390/joitmc8010027.
- Venkatraman, N. Venkat. 1994. "IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition". *Sloan Management Review* 35(2): 73–82.

- Verhoef, Peter C., Thijs Broekhuizen, Yakov Bart, Abhi Bhattacharya, John Qi Dong, Nicolai Fabian, y Michael Haenlein. 2021. "Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda". *Journal of Business Research* 122 (enero): 889–901. doi:10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
- Vial, Gregory. 2019. "Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda". *The Journal of Strategic Information Systems* 28 (2): 118–44. doi:10.1016/j.jsis.2019.01.003.
- Wang, Yunpei, Tao Wang, y Qingnian Wang. 2024. "The Impact of Digital Transformation on Enterprise Performance: An Empirical Analysis Based on China's Manufacturing Export Enterprises". *PLOS ONE* 19 (3): 1–23. doi:10.1371/journal.pone.0299723.
- Warner, Karl S.R., y Maximilian Wäger. 2019. "Building Dynamic Capabilities for Digital Transformation: An Ongoing Process of Strategic Renewal". *Long Range Planning* 52 (3): 326–49. doi:10.1016/j.lrp.2018.12.001.
- Wessel, Lauri, Abayomi Baiyere, Roxana Ologeanu-Taddei, Jonghyuk Cha, y Tina Blegind Jensen. 2021. "Unpacking the Difference Between Digital Transformation and IT-Enabled Organizational Transformation". *Journal of the Association for Information Systems* 22 (1): 102–29. doi:10.17705/1jais.00655.
- Westerman, George, Didier Bonnet, y Andrew McAfee. 2014. *Leading Digital: Turning Tecnology into Business Transformation*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Xu, Xiurui, Guangming Hou, y Junpeng Wang. 2022. "Research on Digital Transformation Based on Complex Systems: Visualization of Knowledge Maps and Construction of a Theoretical Framework". *Sustainability* 14 (5): 2–19. doi:10.3390/su14052683.
- Zhang, Haiyan, y Shizheng Dong. 2023. "Digital Transformation and Firms' Total Factor Productivity: The Role of Internal Control Quality." *Finance Research Letters* 57: 104–118. doi.org/10.1016/j.frl.2023.104231
- Zou, Limin, Wan Li, Hongyi Wu, Jiawen Liu, y Peng Gao. 2024. "Measuring Corporate Digital Transformation: Methodology, Indicators and Applications". *Sustainability* 16 (10): 1–15. doi:10.3390/su16104087.

Anexos

Anexo 1. Trazabilidad de variables utilizadas en la construcción del índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC

Código ENESEM	Pregunta original	Variable construida	Tipo	Recodificación	Dimensión
tic2_1	¿Disponía su empresa de acceso a internet en el año 2023?	Acceso a internet	Binaria	Si=1, No=0	Comunicación digital
tic5_1a	¿Utilizó la empresa alguno de los siguientes medios de comunicación en el año 2023? (no solamente para poner anuncios) Medios de comunicación - Correo electrónico	Uso de correo	Binaria	Si=1, No=0	Comunicación digital
tic5_1b	Medios de comunicación-Teléfonos (celulares o móviles. No incluye servicios de call center o mensajería).	Uso de telefonía móvil	Binaria	Si=1, No=0	Comunicación digital
tic5_1f	Medios de comunicación - Redes sociales (ej.: Facebook, Twitter, Instagram, YouTube)	Uso de redes sociales	Binaria	Si=1, No=0	Comunicación digital
tic5_1e	Medios de comunicación -Servicios de mensajería (ej.: mensajes de texto, WhatsApp)	Mensajería	Binaria	Si=1, No=0	Comunicación digital
tic2_4b	Uso de internet - Telefonía a través de Internet/VoIP, incluyendo video conferencia.	Uso de videoconferencia	Binaria	Si=1, No=0	Comunicación digital
tic4_4b	Apoyo en uso de TIC - Control y seguimiento de pedidos	Control y seguimiento de pedidos	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic4_4c	Apoyo en uso de TIC - Gestión de cadena de suministro, logística, control de inventarios	Cadenas de suministros	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic4_4d	Apoyo en uso de TIC - Gestión de finanzas y presupuestos	Gestión de finanzas y presupuestos	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic4_4e	Apoyo en uso de TIC - Gestión de recursos humanos	Gestión de recursos humanos	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic4_4g	Apoyo en uso de TIC - Apoyo al desarrollo productivo	Apoyo al desarrollo productivo	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic4_4h	Apoyo en uso de TIC - Gestión del conocimiento	Gestión del conocimiento	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic2_7a	¿Contaba su empresa con una página interna en la Web (intranet) en el año 2023	Intranet	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic2_8	¿Contaba su empresa con una red de área local (LAN) en el año 2023?	Red LAN	Binaria	Si=1, No=0	Integración interna
tic4_1c	¿Cuántos servidores tenía la empresa al 31 de diciembre de 2023?	Servidores	Binaria (recodificada)	≥ 1 servido r = 1; 0 servido res = 0	Integración interna
tic2_4h	Uso de internet para brindar servicio al cliente	Servicio al cliente	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic4_4a	Apoyo en uso de TIC - Gestión de relaciones con los clientes	Gestión de relación con clientes	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes

tic4_4f	Apoyo en uso de TIC - Servicio y soporte a ventas	Servicio y soporte de ventas	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic5_1d	Call center (en caso de que la empresa tenga un departamento o centro donde se reciban o hagan llamadas telefónicas a los usuarios).	Call center	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic2_6	¿Disponía de sitio o página web su empresa?	Página web	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic2_6_2b	Servicios de página web - Acceso a catálogos de productos	Acceso a catálogos de productos	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic2_6_2c	Servicios de página web - Recepción de pedidos o reservas	Recepción de pedidos o reservas	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic2_6_2d	Servicios de página web - Posibilidad de contacto o reclamos/sugerencias	Reclamos o sugerencias	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic3_1	Durante 2023, ¿su empresa vendió bienes o servicios por internet?	Ventas por internet	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic2_6_1	La página web con la que contaba la empresa en 2023, ¿tenía certificado digital?	Certificado digital	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic3_2	Durante 2023, ¿su empresa compró bienes o servicios por internet?	Compra de bienes o servicios por internet	Binaria	Si=1, No=0	Integración con los clientes
tic7_1c	Durante el año 2023, ¿qué tipo de organizaciones cooperaron con su empresa para el desarrollo de actividades de innovación de producto o proceso? (Organizaciones - Proveedores)	Cooperación con proveedores	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional
tic7_1d	Durante el año 2023, ¿qué tipo de organizaciones cooperaron con su empresa para el desarrollo de actividades de innovación de producto o proceso? (Organizaciones - Consultores)	Cooperación con consultores	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional
tic7_1e	Durante el año 2023, ¿qué tipo de organizaciones cooperaron con su empresa para el desarrollo de actividades de innovación de producto o proceso? (Organizaciones - Universidades)	Cooperación con universidades	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional
tic7_1f	Durante el año 2023, ¿qué tipo de organizaciones cooperaron con su empresa para el desarrollo de actividades de innovación de producto o proceso? (Organizaciones - Laboratorios/Empresas de I+D)	Cooperación con laboratorios/ empresas de I+D	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional
tic7_1h	Durante el año 2023, ¿qué tipo de organizaciones cooperaron con su empresa para el desarrollo de actividades de innovación de producto o proceso? (Organizaciones - Otras empresas relacionadas)	Cooperación con otras empresas relacionadas	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional
tic7_1j	Durante el año 2023, ¿qué tipo de organizaciones cooperaron con su empresa para el desarrollo de actividades de innovación de producto o proceso? (Organizaciones - Otras empresas del grupo o casa matriz)	Cooperación con otras empresas del grupo o casa matriz	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional
tic4_3_1a	Uso de firma digital - Con clientes/proveedores	Firma digital	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional

tic2_7b	¿Contaba su empresa con una página interna en la Web (extranet) en el año 2023?	Extranet	Binaria	Si=1, No=0	Integración interorganizacional
tic1_3a	¿Qué porcentajes se destinaron para los siguientes ítems de productos TIC? Inversión en bienes TIC (no incluye alquiler)	Inversión Bienes TIC (no incluye alquiler)	Númerica	Variable porcentual normalizada a escala 0-1 mediante división para 100	Integración estratégica
tic1_3b	¿Qué porcentajes se destinaron para los siguientes ítems de productos TIC? Inversión en software (licencias / desarrollo)	Inversión en software	Númerica	Variable porcentual normalizada a escala 0-1 mediante división para 100	Integración estratégica
tic1_3c	¿Qué porcentajes se destinaron para los siguientes ítems de productos TIC? Inversión en consultorías TIC	Inversión en consultorías TIC	Númerica	Variable porcentual normalizada a escala 0-1 mediante división para 100	Integración estratégica
tic1_3d	¿Qué porcentajes se destinaron para los siguientes ítems de productos TIC? Inversión en tecnologías emergentes / nuevas tecnologías	Inversión en tecnologías emergentes/nuevas tecnologías	Númerica	Variable porcentual normalizada a escala 0-1 mediante división para 100	Integración estratégica
tic1_3e	¿Qué porcentajes se destinaron para los siguientes ítems de productos TIC? Inversión en ciberseguridad y protección de datos	Inversión en ciberseguridad y protección de datos	Númerica	Variable porcentual normalizada a escala 0-1 mediante división	Integración estratégica

				n para 100	
tic6_1	Del total de personal afiliado, ¿alguno corresponde a especialistas en TIC?	Persona afiliado especialista en TIC	Binaria	Si=1, No=0	Integración estratégica
tic6_2_1a	Capacitó en temáticas TIC al personal especialista en TIC	Capacitación a personal especialista TIC	Binaria	Si=1, No=0	Integración estratégica
tic6_2_1b	Capacitó en temáticas TIC al personal que no es especialista en TIC	Capacitación a personal no especialista TIC	Binaria	Si=1, No=0	Integración estratégica
tic6_3	¿Durante el 2023, la empresa trabajó en el desarrollo de competencias digitales de sus colaboradores?	Trabajo Competencia digitales	Binaria	Si=1, No=0	Integración estratégica
tic6_4	¿El desarrollo de competencias digitales es el resultado de una estrategia de la empresa para fomentar el talento digital?	Competencias digitales como estrategia de la empresa	Binaria	Si=1, No=0	Integración estratégica

Fuente: Ecuador INEC (2023)

Elaboración propia

Nota: La tabla presenta la correspondencia entre las variables originales de la encuesta nacional estructural empresarial (ENESEM) 2023 y los indicadores utilizados para la construcción del índice compuesto de madurez digital en la adopción de TIC. La agrupación de variables se realizó con base en las dimensiones propuestas por Özşahin, Çallı y Coşkun (2022), considerando criterios de equivalencia conceptual, disponibilidad de información y pertinencia para el contexto de las medianas y grandes empresas ecuatorianas. Las variables binarias fueron recodificadas como 1 = presencia de la capacidad o práctica TIC y 0 = ausencia, mientras que las variables porcentuales fueron normalizadas en una escala de 0 a 1 para su incorporación al índice. La revisión de la base de datos no evidenció valores perdidos en las variables seleccionadas, por lo que no fue necesario aplicar procedimientos de imputación o tratamiento adicional de datos faltantes.