



**Estudio y propuesta de un marco integrado referencial de los factores claves
que impulsan la transformación digital de las MiPyme colombianas**

Sandra Milena Suárez Calderón

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Inteligencia de Negocios

Bogotá, Colombia

25/Octubre/2023

**Estudio y propuesta de un marco integrado referencial de los factores claves que
impulsan la transformación digital de las MiPyme colombianas**

Sandra Milena Suárez Calderón

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Inteligencia de Negocios

Director:

Luis Armando Cobo Campo

Modalidad:

Monografía

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Inteligencia de Negocios

Bogotá, Colombia

25/Octubre/2023

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 25/Octubre/2023

**ESTUDIO SOBRE EL ESTADO DE LAS CAPACIDADES
DIGITALES DE MICROESTABLECIMIENTOS
COLOMBIANOS Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO
EMPRESARIAL**

4

A mi esposo Víctor y mi hija María Paz
quienes me inspiran a superarme y a
contribuir a un mundo mejor.

Agradecimientos

Agradecimientos al profesor Luis Armando Cobo Campo, quien me dio las herramientas y orientación para que este trabajo se desarrollara conforme a los estándares correctos. La guía del profesor Cobo me dio la confianza y libertad necesarias para no tener límites en mis propuestas y así generar las hipótesis y soluciones efectivas para resolver el problema planteado.

Un agradecimiento especial al profesor Miguel Angel Gonzalez, quien me ayudó a concebir la idea inicial. Su conocimiento, ejemplo inspirador y orientación fueron determinantes para lograr la estructuración de este anteproyecto.

A Innpulsa Colombia, especialmente a Víctor Manuel Galindo, Juliana Gómez y Diego Alvarado, de Innpulsa Digital, quienes desde el año 2018 sembraron la semilla de conocimiento y curiosidad por el mundo de las MiPyme y me inspiraron para tener siempre presente la necesidad práctica de resolver el problema de la transformación digital empresarial.

Resumen

Colombia tiene la oportunidad de aumentar el 22% del PIB para el 2030 por la adopción digital empresarial. Las MiPyme son un segmento clave porque aportan el 78% del empleo y el 40% del PIB, sin embargo aún no se tiene un modelo analítico para identificar los factores determinantes de su transformación digital, lo cual podría impactar la competitividad del país.

El objetivo de este estudio es proponer un marco integrado de referencia de los factores claves que impulsan la transformación digital de las MiPyme colombianas y explorar, a partir de esta base, un modelo referencial de impacto en ventas producto de la intervención sobre las variables.

Para poder proponer el marco referencial, se inicia por el reconocimiento de más de 40 actores principales del ecosistema actual de desarrollo de transformación digital y se analiza su rol para el fortalecimiento de la transformación digital.

Además, se hace una discusión sobre los modelos de madurez disponibles, de tal forma que la propuesta busca dar un paso en el avance, centrado en las necesidades de las empresas colombianas, encontrando que el Modelo de Madurez para la Transformación Digital (MMTD) es la base más pertinente para la propuesta del marco integrado.

El marco integrado propuesto se postula con tres componentes: Contexto de la empresa, factores para la transformación digital y variables de impacto en el desempeño financiero.

El marco integrado propuesto se pone a prueba sobre un conjunto de datos de más de 3.000 microempresas colombianas, en el que se aplica analítica descriptiva y predictiva para realizar la prueba del modelo, en el cual se confirman los factores predominantes que

benefician el éxito de ingresos, como por ejemplo realizar la actividad empresarial en el sector servicios, o soportar procesos usando el celular y computador.

Finalmente, se identifican las limitantes de información para realizar la aplicación de las pruebas y se plantean las recomendaciones para dar continuidad con estudios futuros.

Abstract

Colombia has the opportunity to increase 22% of GDP by 2030 due to business digital adoption. MiPyme are a key segment because they contribute 78% of employment and 40% of GDP, however there is still no maturity model to identify the determinants of their digital transformation, which could impact the country's competitiveness.

The objective of this study is to propose a reference framework identifying the key drivers to enable digital transformation of Colombian MiPyme and to explore, from this base, a reference model of impact on sales resulting from the intervention on the variables.

In order to propose a reference model, the study begins with the recognition of more than 40 main actors in the current digital transformation ecosystem and their role.

In addition, there is a discussion about the available maturity models, consequently the proposal seeks to take a step forward, targeting to satisfy the needs of Colombian companies, pointing that the Digital Transformation Maturity Model (MMTD) is the most convenient foundation for the integrated reference model.

The reference model is composed with three categories: MiPyme context, digital transformation factors and financial performance variables.

The model is tested using a data set of more than 3,000 Colombian micro-businesses, in which descriptive and predictive analytics are applied, in which the predominant factors that benefit income are confirmed, such as carrying out business activity in the services, or supporting processes using cell phones and computers.

Finally, the limitations of information to carry out the application of the tests are identified and recommendations are made to continue with future studies.

Keywords: Digital transformation, digital innovation, technology adoption, digital model, SMEs, MiPyme

Contenido

	Pág.
Contenido	8
Lista de Figuras	10
Lista de Tablas	13
Introducción	14
<i>Objetivo general</i>	<i>19</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>19</i>
Justificación	21
Marco Teórico	23
<i>Definiciones y conceptos asociados a MiPyme</i>	<i>23</i>
Definición de Mipyme en el Mundo: OCDE.....	23
Oportunidades de Desarrollo Tecnológico de las MiPyme en el Mundo	24
Definición de Microestablecimientos en Colombia	26
Impacto de la Pandemia en MiPyme Colombianas	27
<i>Definiciones y Conceptos Asociados con Transformación Digital</i>	<i>28</i>
Panorama de la Producción Científica sobre los Tópicos Relacionados.....	28
Modelo de Factores de la Transformación Digital que Influyen el Desempeño Financiero de las MiPyme	31
Estado del Arte de la Transición a Industria 4.0 de las MiPyme.....	34
Definición de la Transformación Digital Empresarial en el Mundo.....	35

ESTUDIO SOBRE EL ESTADO DE LAS CAPACIDADES DIGITALES DE MICROESTABLECIMIENTOS COLOMBIANOS Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO EMPRESARIAL

9

La Transformación Digital Empresarial en Colombia.....	37
Caso referencial de programa de apoyo en Chile.	37
Análisis Realizados sobre Adopción de TICs en las Microempresas en Colombia.....	38
<i>Modelos y Enfoque de Analítica para la Inteligencia de Negocios</i>	38
Modelo de Analítica de Kimball.....	41
Tipos de Analítica	42
Hipótesis	44
Variables	45
Metodología	49
<i>Enfoque y alcance de la investigación</i>	49
<i>Población y muestra</i>	49
<i>Instrumentos</i>	50
<i>Fases y actividades a desarrollar</i>	50
Trabajo de Campo	53
<i>Fase 1 - Identificación del Ecosistema de Transformación Digital en Colombia</i>	53
Identificación y clasificación de actores claves del entorno de transformación digital empresarial de impacto a las microempresas	53
Estrategia global de impulso de las MiPyme en el ecosistema, desde sus roles y las conexiones de valor	67
<i>Fase 2 - Análisis de los Modelos de Madurez de Transformación Digital a los que Tienen Acceso las Microempresas</i>	68

**ESTUDIO SOBRE EL ESTADO DE LAS CAPACIDADES
DIGITALES DE MICROESTABLECIMIENTOS
COLOMBIANOS Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO
EMPRESARIAL**

10

Análisis de los MMTD principales a los que tienen acceso las microempresas colombianas para la selección de un modelo de base	69
Modelo de Madurez de Transformación Digital MMTD de Innpulsa Colombia.....	72
Marco general del MMTD a aplicar en el proyecto y recomendaciones para los grupos de interés 77	
<i>Fase 3 - Desarrollo de un Modelo Conceptual de Predicción de Impacto en las Ventas de los Microestablecimientos a partir de los Factores de Transformación Digital.....</i>	
Esquema habilitador	81
Ejecución del modelo	83
Discusión	107
Conclusiones y Trabajo Futuro	110
<i>Conclusiones</i>	<i>110</i>
<i>Trabajo futuro.....</i>	<i>113</i>
Referencias	116
A. Anexo 1 – Caracterización de las fuentes y las Mipyme	128
B. Anexo 2 – Analítica descriptiva y predictiva	129

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Políticas planteadas por la OCDE para el desarrollo de las MiPyme.....	25
Figura 2 Ecuación de búsqueda en Scopus de la producción científica indexada asociada al proyecto.....	29
Figura 3 <i>Resultados de búsqueda en Scopus de la producción científica indexada asociada al proyecto.....</i>	29
Figura 4 Modelo conceptual a validar en el estudio de referencia.	33
Figura 5 Metodología Kimball.....	41
Figura 6 Mapa de identificación del ecosistema de transformación digital.....	54
Figura 7 Ejemplo de búsqueda de ofertas en la página Guía TIC	63
Figura 8 Tasas de adopción de nube de las Pequeñas y Medianas empresas - 2022	64
Figura 9 Análisis de oferta de educación superior en Colombia por: Nivel de formación, modalidad área de conocimiento, distribución geográfica.	65
Figura 10 Estrategia global de impulso al ecosistema de apoyo a la MiPyme.....	67
Figura 11 Comparación de pertinencia de cada modelo – Características descriptivas	70
Figura 12 Comparación de pertinencia de cada modelo – Características de contenido y aplicación	71
Figura 13 Representación numérica de la comparación de pertinencia de cada modelo para ambos grupos de características.....	72
Figura 14 Esquema de intervención de la MiPyme en los CTDE.....	73
Figura 15 Componentes del modelo de intervención de la MiPyme en los CTDE	74

Figura 16 Conceptualización del mapa de procesos genérico del MMTD de Innpulsa	75
Figura 17 Guía para la calificación de la dimensión de Digitalización del MMTD	76
Figura 18 <i>Modelo de categorías de la dimensión de Habilitadores del MMTD</i>	76
Figura 19 Representación gráfica de un ejemplo de resultado del diagnóstico del MMTD de Innpulsa	77
Figura 20 Marco integrado referencial propuesto con factores y variables de respuesta	78
Figura 21 Modelo general de factores de predicción y variables de respuesta.....	82
Figura 22 Plataforma de base creada en la nube de Azure para soportar el proyecto86	
Figura 23 Pipelines de extracción visualizados en Azure Data Factory y las correspondientes bases de datos visualizadas en Query Editor	87
Figura 24 Ejemplo de conexión ODBC.....	89
Figura 25 Ejemplo de caracterización de tabla.....	89
Figura 26 Ejemplo de identificación de variables seleccionadas para el modelo, generación de nuevo dataset y limpieza con los datos no existentes.	90
Figura 27 Ejemplo de identificación de variables seleccionadas para el modelo, generación de nuevo dataset y limpieza con los datos no existentes.	91
Figura 28 Resultado de las características y variables de la tabla maestra “Join”	93
Figura 29 Tabla maestra “Join” cargada exitosamente al área de Stage en la nube.	94
Figura 30 Modelo general de factores de predicción y variables de respuesta para el estudio.	95
Figura 31 Empresas por ventas	98
Figura 32 Empresas por Género: Densidad y ventas totales.....	99
Figura 33 Empresas por Sector: Densidad y ventas totales	99

Figura 34 Correlación entre factores de impacto y variables respuestas.....	101
Figura 35 Gráfica de regresión lineal entre Total de Ventas y total de costos y gastos	102
Figura 36 Modelo de datos.....	103
Figura 37 Visualización de árbol de ventas por variables y predictores.....	104
Figura 38 Visualización de empresas del Top 5% en ventas.....	105
Figura 39 Árbol de características para el Top 5% en ventas.....	105
Figura 40 Análisis de correlación para el top 5% de empresas con mayores ventas	106

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Ventajas y desventajas de los modelos Kimball e Inmon.....	39
Tabla 2 Operacionalización de las variables descriptivas de la empresa.....	45
Tabla 3 Estudios potenciales a ser utilizados.	50
Tabla 4 Entidades gubernamentales identificadas.....	55
Tabla 5 ONGs más relevantes identificadas.....	58
Tabla 6 Fuentes de origen de datos	83
Tabla 7 Factores del modelo objetivo versus variables y ubicación lógica en Stage que los soportan.....	96

Introducción

El mundo tiene en sus manos una oportunidad de crecimiento económico muy importante a través de la transformación digital empresarial. En el informe “*The Digital Sprinters*” desarrollado por AlphaBeta donde se analizan 16 economías emergentes (incluida Colombia), se identifica una oportunidad estimada para el 2030 en \$3.4 trillones de dólares (AlphaBeta, 2020). La oportunidad se calcula con base en los fenómenos que favorecen la conversión de valor a partir de tecnologías impulsadas por factores como el creciente acceso a internet y su incorporación para mejorar la productividad y la innovación.

Es así como se puede entender que las tecnologías digitales son un poderoso catalizador de ingresos, productividad y crecimiento económico. En dicho informe, se identifican los sectores con mayor potencial de beneficio considerando el producto interno bruto (PIB), entre los que se encuentran en los primeros lugares: Recursos (como minas y energía), infraestructura, gobierno, manufactura y agricultura (AlphaBeta, 2020).

Según Giovanni Stella, director para Colombia de Google, la oportunidad es de \$114.000 millones de dólares para el 2030 (Stella, 2022), representado el 22 % del PIB del país, para lo cual se mencionan acciones de inversión en infraestructura, desarrollo de habilidades digitales, políticas competitivas de mercados abiertos e impulso a la innovación tecnológica (Stella, 2022).

No todas las acciones son las mismas para todas las empresas, por lo cual es necesario realizar una caracterización del panorama empresarial. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT establece una clasificación general a través de la normativa que establece que la clasificación de empresas en micro (Mi), pequeña (Pe), mediana (Me) y grande (Decreto 957, 2019, Sección 2). Uno de los objetivos de tener

esta clasificación es poder generar programas de desarrollo más acordes a la realidad de las empresas, específicamente de las microempresas.

Es importante resaltar que las MiPyme en Colombia constituyen en volumen el 99 % de empresas del país y son la fuente más representativa de empleo con un 78 %. Además, su contribución al PIB es de aproximadamente el 40 %, lo cual indica que es un sector crítico para el desarrollo económico del país como lo presenta la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (Asociación Nacional de Instituciones Financieras ANIF – Centro de Estudios Económicos, 2021) y, por lo anterior, es crítico el apoyo a su desarrollo y éxito en su desempeño.

Así como las grandes empresas, las MiPyme también se pueden beneficiar por la adopción de tecnologías digitales acelerando su crecimiento, facilitando el acceso a mercados, financiación, colaboración y desarrollo de productos (Ramdani, 2021). Particularmente, los países en desarrollo encuentran en estas tecnologías la respuesta para mejorar la productividad y la competitividad (Ramdani, 2021).

Colombia no es nueva en la materia. Desde el año 2017 se han venido realizando programas de promoción de la adopción tecnológica desde el gobierno central, como los planteados por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MinTIC para facilitar las condiciones de corrección de brecha de conocimiento, acceso e inversión para acercar a las MiPyme a estas oportunidades (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MinTIC, 2017).

Un claro ejemplo es el programa creado en el 2018 por Innpulsa Colombia, el MinCIT y el MinTIC denominado Centros de Transformación Digital Empresarial CTDE (Innpulsa Colombia, s.f.). Este programa tiene como objetivo “acompañar a las MiPyme en su proceso de apropiación táctica de tecnologías como una estrategia de largo plazo, que les ayudará a mejorar su productividad y competitividad” (Innpulsa Colombia, s.f.), que en

su ejecución ha llegado a intervenir más de 19.000 MiPyme de 21 departamentos del país. Su impacto y estructura ha sido reconocido por diferentes actores del ecosistema: (AlphaBeta, 2020) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE, 2019), inclusive es de resaltar que ganó el reconocimiento mundial de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, por sus siglas en inglés) como proyecto campeón en la categoría de *e-business* (Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU, 2020).

Los CTDE basan su estrategia en una ruta de intervención a la MiPyme que pasa por unas etapas de sensibilización, diagnóstico, generación de ruta de transformación, apoyo para soluciones tecnológicas y capacitación y medición periódica de resultados. Todo esto apalancado en un Modelo de Madurez para la Transformación Digital (MMTD) propio del programa.

Aún con este caso de éxito, se siguen observando brechas de conocimiento, ya que la falta de información disponible sobre las MiPyme y la identificación de las variables o factores impulsores convergentes en un modelo global para MiPyme tiene vacíos para generar un único marco para la estructuración de los programas de desarrollo (Zamani, 2022) (Minh, 2022).

Zamani (2022) desarrolló una investigación sistemática de la literatura existente en la última década sobre los conceptos que influyen la adopción de tecnologías de MiPyme, identificando que:

- 1) Se identifican once categorías que agrupan los factores de análisis de la transformación digital empresarial: factores tecnológicos, ambientales, gerenciales, organizacionales, asociados a conocimiento, asociados a personas, financieros, asociados a recursos, estratégicos, regulatorios y asociados a infraestructura.

2) A partir de estas categorías, los entes gubernamentales, empresas y sector educativo pueden analizar el impacto de estos factores sobre el desempeño empresarial y así desarrollar las soluciones pertinentes para contribuir.

3) Sin embargo, de todos los modelos analizados no existe un modelo que recoja la totalidad de las categorías, sino que entre los existentes se observa una alta dispersión de estudios enfocadas por cada una, generando una falta de convergencia de este conocimiento hacia un modelo integral, lo cual limita la generación de programas de impacto que consideren todos los factores para el apoyo a este segmento empresarial.

Esta falta de convergencia del conocimiento se acrecienta año tras año con la cantidad y variedad de características de MMTD generados (Minh, 2022). Por una parte, contar con esta variedad de base de conocimiento de múltiples MMTD es positivo para tener variedad de perspectivas (por ejemplo: tamaño, sector, antigüedad, etc.). Por otra parte, la situación de dispersión de los modelos presenta debilidades tales como: falta de estandarización de nombres en los conceptos, modelos multidimensionales sin profundidad, particularidades por contexto no consideradas, y aquellos más desarrollados están enfocadas a corporaciones y requieren de una alta inversión para obtener los análisis, por lo que son inaccesibles para las MiPyme.

Un ejemplo de la realización individualizada por categoría es el caso presentado por (Hudek, 2019). Este estudio se enfoca solo en el componente de desarrollo de competencias y generó como resultado la relación significativa entre las competencias de transformación digital con el incremento en los indicadores de desarrollo empresarial. Este estudio concluye que la Comisión Europea, los reguladores de los estados miembros de la Unión Europea y los emprendedores deben soportar las inversiones en programas de educación en competencias digitales para mejorar las condiciones que impulsen la competitividad. Otro ejemplo de aplicabilidad individualizada es el

modelamiento predictivo de variables de riesgo de crédito para ser aplicadas en la prestación de servicios financieros (Ciampi, 2021)

Por todo lo anterior, si bien modelos como el MMTD (Innpulsa Colombia, s.f.) son una base valiosa de conocimiento ya que ha tenido una aplicabilidad en el segmento de MiPyme Colombianas, surge la pregunta de estudio:

Dada la diversidad de modelos (Zamani, 2022) y (Minh, 2022) y la necesidad de contar con un marco de toma de decisiones informadas por parte de los actores generadores de programas de inversión en el desarrollo de la transformación digital de las MiPyme colombianas, ¿qué factores claves de las MiPyme colombianas deben considerarse para generar un modelo predictivo que proyecte el desempeño empresarial en términos de ventas a partir de acciones de transformación digital?.

El presente documento se desarrolla identificando en primera instancia los objetivos, el marco teórico sobre el cual se soporta la línea de estudio, las hipótesis y las variables de análisis, la metodología, la descripción del trabajo de campo, sobre todo lo cual se realiza finalmente la discusión, las conclusiones y las perspectivas del trabajo futuro.

Objetivos

A continuación se presentan los objetivos trazados, los cuales determinan el norte de la investigación, y a través de ellos se hace la definición del alcance del estudio y la metodología de resolución.

Objetivo general

Proponer un marco integrado de referencia de los factores claves que impulsan la transformación digital de las MiPyme colombianas y desarrollar un análisis de su aplicación sobre datos reales.

Objetivos específicos

- Analizar y proponer una estrategia global de impulso de las MiPyme con acciones recomendadas para el ecosistema actual de desarrollo de la transformación (gobiernos, asociaciones, entes públicos y privados, y entidades no gubernamentales), teniendo en cuenta su rol y aporte en la cadena de transformación digital de las MiPyme, para que el marco integrado propuesto pueda ser más efectivo.
- Identificar con qué modelos cuentan las MiPyme colombianas para analizar su nivel de madurez para la transformación digital y qué oportunidades de mejora tiene esta oferta, para que el marco integrado a proponer se desarrolle como una evolución mejorada de una base que ya haya sido aplicada en la práctica.
- Desarrollar un modelo conceptual de predicción de impacto en las ventas de los microestablecimientos a partir de los factores de transformación digital, para que las MiPyme y demás actores del ecosistema de desarrollo

empresarial puedan tomar acciones de estimulación sobre las variables de mayor impacto.

- Generar las recomendaciones de acciones hacia el ecosistema de actores que influyen ó impactan los factores identificados como claves para el desarrollo empresarial a partir de la transformación digital.

Justificación

La digitalización de servicios de consumo y la conversión hacia una economía de experiencias han reestablecido todas las reglas de competitividad en el mercado para las empresas, dejando solo a aquellos con la flexibilidad y capacidad de reacción y adaptación en el tablero de juego, generando oportunidades de impacto económico para los países y organizaciones que hace unas décadas eran impensables, como es el caso de Colombia (AlphaBeta, 2020).

Este es un panorama muy favorecedor para las empresas que cuentan con los recursos económicos, humanos, tecnológicos y hasta marcos regulatorios que los benefician.

No es el caso de las MiPyme. Este sector en Colombia se topa con múltiples barreras que, si no son entendidas y gestionadas adecuadamente, pueden conllevar a la creación de estrategias o programas que no corresponden con la realidad y, por lo tanto, no lograr explotar la oportunidad de crecimiento identificada para el 2030 (Stella, 2022).

Es por esto que, aunque se sigan creando múltiples MMTD (Minh, 2022) (Zamani, 2022), la solución debe ir más allá de la analítica descriptiva sobre resultados y dar paso a una analítica predictiva, que aumente la probabilidad de éxito de los programas de inversión, a través de la identificación temprana de los factores con mayor potencial de impacto analizando posibles escenarios de intervención. (MinTIC, 2017).

Un modelo predictivo de impacto en el desempeño empresarial puede aportar elementos de decisión a los actores del ecosistema con respecto a las características de los programas e iniciativas de apoyo a la transformación digital. De esta forma se benefician las MiPyme con más y mejores servicios y ofertas, así como los demás participantes que las apoyan con inversiones costo-eficientes y exitosas.

Marco Teórico

Para desarrollar este proyecto de investigación, se requiere profundizar en algunos temas clave que puedan dar el soporte conceptual necesario, donde se pueda cubrir: las características del segmento de población objetivo, el estado del arte de la transformación digital empresarial y los conceptos de analítica aplicables.

Definiciones y conceptos asociados a MiPyme

Definición de Mipyme en el Mundo: OCDE

Para tener una mirada global de las MiPyme es importante hacer referencia el término SME (sigla de *small and medium enterprises*), que para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, u OECD por sus siglas en inglés) se define como las empresas entre 10 y 49 empleados (OCDE Policy Highlights, 2019) y para la Comisión Europea son aquellas empresas con menos de 250 empleados con un balance no mayor a €\$43 millones, donde aquellas con menos de 10 empleados son microempresas, entre 10 y 49 son pequeñas, y entre 50 y 250 son medianas (Matt y Rauch, 2020). Así como también es importante considerar el término emprendimiento.

De acuerdo con el World Trade Report 2016 (World Trade Organization – WTO, 2016), las MiPyme aportan dos terceras partes del empleo en las economías emergentes y en desarrollo, aunque se ofrecen condiciones menos estables, y contribuyen menos al PBI que las grandes empresas.

A nivel global, las MiPyme en su mayoría se dedican a sectores de servicio de bajas barreras de entrada como las ventas y la construcción. Comparativamente, son pocas las MiPyme que se dedican a la manufactura. Otro punto interesante, es que algunos sectores de conocimiento especializado, tales como marketing, investigación, contaduría

y legal, están desarrolladas principalmente como MiPyme (OCDE Policy Highlights, 2019).

Esta variedad de sectores se representa también como una población heterogénea en los países y regiones del mundo, causado por factores como el entorno económico, estructuras de mercado, entorno institucional y gubernamental, redes de

telecomunicaciones, cadena de logística, acceso a tecnologías y talento (OCDE Policy Highlights, 2019).

Oportunidades de Desarrollo Tecnológico de las MiPyme en el Mundo

Desde la cuarta revolución industrial, con la introducción de tecnologías y comunicaciones de alta velocidad y capacidad de procesamiento, la competitividad ya no se mide solo en términos de producir rápido, barato y con calidad, sino que la economía global está determinada por la aplicación de nuevas estrategias de producción digital, que contribuya a la sostenibilidad, eficiencia de energía y recursos y las competencias humanas para la innovación tecnológica (Matt y Rauch, 2020).

La digitalización ha traído oportunidades revolucionarias en el desempeño empresarial con la posibilidad de acceso a nuevos mercados, recursos estratégicos y redes que permiten el incremento de ingresos y la disminución de costos por economías de escala a través de la adopción de plataformas en la nube, analítica, cadenas de abastecimiento hiperconectadas e innovación abierta. Inclusive, algunos sectores dentro de las MiPyme han sido las impulsoras de la expansión de la adopción digital debido a la agilidad y flexibilidad en sus modelos de negocio que les han permitido innovar con mayor velocidad que las grandes compañías (OCDE Policy Highlights, 2019), por ejemplo, el desarrollo de *software* y las empresas de tecnología financiera (conocidas como *fintech*).

En el entorno dinámico que trae la economía digital, la respuesta ágil y adaptable de las MiPyme es fundamental para crear efectos positivos en el crecimiento sectorial y regional inyectando innovación a las cadenas productivas de su industria, con efectos positivos que llegan a ser muchas veces de mayor impacto que los aportes de las empresas tradicionales (WTO, 2016).

Sin embargo, el panorama de sostenibilidad de las MiPyme no es tan positivo como debería ser, ya que existen factores como la penetración de tecnologías digitales, la cultura y los marcos regulatorios que se identifican como potenciales barreras para que las MiPyme puedan tener un éxito empresarial. En la Figura 1, se puede ver cómo la OCDE (OCDE Policy highlights, 2019) plantea un conjunto de políticas para promover el desarrollo de las MiPyme y que permitirían superar tales barreras.

Figura 1 Políticas planteadas por la OCDE para el desarrollo de las MiPyme



Nota. Adaptado de OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2019, 2022,

<https://www.oecd.org/industry/smes/SME-Outlook-Highlights-FINAL.pdf>

Definición de Microestablecimientos en Colombia

Para la economía colombiana es muy importante el sector de las MiPyme ya que concentra más del 78 % del empleo del país, ocupando 21,4 millones de colombianos (Infobae, 2022).

Dentro de este sector se encuentran los microestablecimientos colombianos, los cuales son la población objetivo de este estudio. Por lo anterior, es clave definir qué se considera como un microestablecimiento. Sin embargo, ha sido un concepto que ha venido cambiando en la última década.

De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), los microestablecimientos son definidos como el espacio físico utilizado para desarrollar una actividad económica, conformados por 9 o menos personas ocupadas y no tienen más de 3 sucursales incluida la principal (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, 2019).

Sin embargo, el MinCIT estableció en 2019 una clasificación empresarial más específica (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo – MinCIT, 2019), fijando parámetros por macrosectores económicos (manufactura, servicio y comercio) para identificar las micro (Mi), pequeña (Pe), mediana (Me) y grande (Decreto 957, 2019, Sección 2). Conforme a lo anterior, la microempresa se define según el macrosector en donde realiza su desempeño empresarial, de la siguiente forma:

- Microempresa del sector manufacturero es aquella cuyos ingresos sean inferiores o iguales a 23.563 Unidades de Valor Tributario (UVT), es decir, que para el 2022 serían empresas con ingresos inferiores a \$895.394.000.
- Microempresa del sector servicios es aquella cuyos ingresos sean inferiores o iguales a 32.988 UVT, es decir que para el 2022 serían empresas con ingresos inferiores a \$1.253.544.000.

- Microempresa del sector comercio es aquella cuyos ingresos sean inferiores o iguales a 44.769 UVT, es decir que para el 2022 serían empresas con ingresos inferiores a \$1.701.222.000.

Impacto de la Pandemia en MiPyme Colombianas

Al igual que en el resto del mundo, en Colombia la pandemia generada por el virus COVID-19 tuvo un impacto en la dinámica de los negocios que requirió la generación de políticas para responder a la situación de tal forma que se mitigaran las afectaciones (por ejemplo el despido masivo, la contracción en las ventas, los sobrecostos fijos), o inclusive se pudiera promover un aprovechamiento del escenario disruptivo de nuevas dinámicas sociales (por ejemplo, la virtualidad para el trabajo y el estudio, el consumo de redes sociales y el comercio electrónico) (OCDE, 2021).

En el perfilamiento de MiPyme de Colombia que presenta la OCDE en su informe de 2021 (OCDE, 2021), se resaltan los siguientes aspectos:

- Colombia tiene una alta población de MiPyme pero de baja productividad, reflejado en que aunque tiene un alto volumen de empleabilidad de casi tres cuartas partes, hace un aporte al PIB de un poco más de una cuarta parte. Muchas de las empresas MiPyme son empresas familiares que tienen una capacidad limitada en gestión y gobierno corporativo. Además el autoempleo y la informalidad son parte del entorno de desarrollo económico e incrementan la vulnerabilidad.
- Entre 2019 y 2020 se observó un crecimiento de creación de MiPyme de 23 %. Los sectores más impactados por la pandemia fueron entretenimiento, recreación, comercio, transporte y hotelería.

- Las MiPyme se reenfocaron, aprovechando las plataformas de comercio electrónico, a un nivel comparable a los demás países de la OCDE, aunque a nivel regional se presentan fallas en las conexiones de internet, ralentizando su adopción.
- La autopercepción del colombiano sobre su capacidad de innovación es extremadamente alta, sin embargo, carecen de conocimientos básicos para una transición digital, y el desconocimiento y experiencia de mecanismos para conectar los puntos medios de las funciones de las cadenas de valor.
- Entre las medidas gubernamentales que se realizaron durante este período se encuentran:
 - Programa de soporte al empleo formal con subsidios por un valor de USD \$806 millones. Líneas especiales de crédito con tasas de bajo interés por USD \$379 millones.
 - Plan de estímulo y recuperación para sectores de energía limpia y sostenibilidad por USD \$29 millones.
 - Política nacional de emprendimiento con un plan de productividad.
 - Ley de emprendimiento de 2020 con un marco regulatorio para este sector.
 - Política nacional de propiedad intelectual y Política de recuperación de 2021.

Definiciones y Conceptos Asociados con Transformación Digital

Panorama de la Producción Científica sobre los Tópicos Relacionados

Desde la mirada de la producción de conocimiento científico global en torno a esta temática, se realiza una búsqueda en la base de datos Scopus.

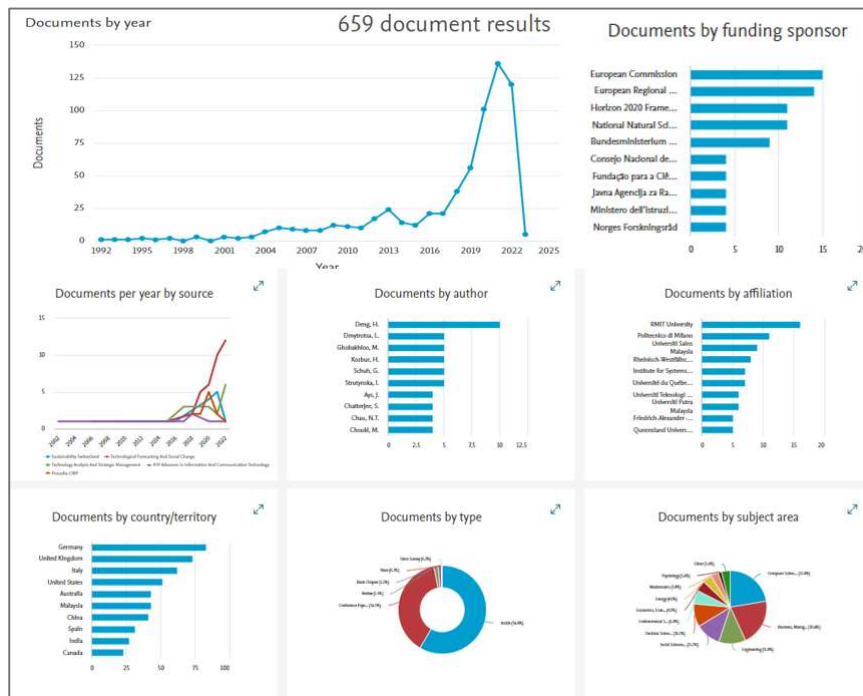
En esta base de datos se realizaron las consultas y después de refinar e iterar con los términos, se llegó a la ecuación de búsqueda que se presenta en la figura 2 y arrojó los resultados que se presentan en la figura 3.

Figura 2 Ecuación de búsqueda en Scopus de la producción científica indexada asociada al proyecto.

KEY (("digital transformation" OR "digital innovation" OR "technology adoption" OR "digital model") AND (("business" OR "businesses" OR "companies" OR "enterprises" OR "firm") AND "small") OR "SME" OR "SMEs"))

Nota: Tomada de la herramienta Scopus.

Figura 3 Resultados de búsqueda en Scopus de la producción científica indexada asociada al proyecto.



Nota: Tomada de la herramienta Scopus.

La búsqueda generó 659 documentos relacionados, de los cuales se observa lo siguiente:

- El primer documento registrado es del año 1992 y es del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE por sus siglas en inglés), y tiene el nombre *Exploring the relationship between productivity problems and technology adoption in small manufacturing firms*. De ese año en adelante se observa un crecimiento con una tendencia exponencial de producción de contenido.
- La afiliación de institución de los documentos producidos de los últimos cinco años está en la *Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT University)* de Australia, *Ternopil Ivan Puluj National Technical University* de Ucrania y *Université du Québec à Trois-Rivières* de Canadá.
- El 58,4 % de los documentos son Artículos y el 38,5 % son documentos de conferencias. De toda la búsqueda, solo 8 documentos son capítulos de libros, los cuales se han publicado en los últimos 5 años.
- Las áreas de conocimiento que agrupan el Pareto de documentos son: Ciencias de la computación, Negocios y administración, Ingeniería, Ciencias sociales y Ciencias de decisión.
- Los países con mayor producción son Alemania, Reino Unido, Italia, Estados Unidos y Australia.
- Los patrocinadores con mayor aporte tienen en común que son de la Unión Europea: la Comisión Europea, el Fondo de Desarrollo Regional Europeo y el Programa de Marco de Desarrollo Horizon 2020 (de la Unión Europea).

También se realizó la búsqueda con la misma en la herramienta Web of Science, la cual generó un resultado de 786 artículos. Sobre este conjunto de documentos se aplicaron algunos filtros que permitieron refinar los resultados:

- *Document type: Article* -> Con el fin de encontrar artículos con resultados de investigación experimental.
- *Publication year: 2022 – 2023* -> Para encontrar documentación de reciente producción.
- *Quick filter: Open Access* -> Para asegurar el acceso al contenido

De esta búsqueda el resultado llegó a ser de 112 documentos. Se procedió a organizar la búsqueda por los documentos de mayor uso, con el fin de usar aquellos más utilizados, ya que al haber puesto el filtro de publicación tan reciente, puede que las investigaciones aún no estén publicadas y por tanto las citas o referencias oficiales aún no reflejen la relevancia del artículo buscado.

Se realizó una lectura general del resumen de los primeros 10 artículos resultantes de la búsqueda descrita, y el tema más interesante lo presenta el primer artículo en la lista se titula “*Relationship between Digital Transformation and Performance of SMEs*” (Teng et al, 2022). Este tema es relevante para el proyecto de investigación ya que habla de la relación de la transformación digital con el desempeño de las MiPyme, siendo este un tema muy similar, aunque con un objeto de estudio enfocado en China.

En el siguiente apartado se presentan las principales características de este estudio, que permite tener un modelo de base sobre los factores de la transformación digital que impactan el desempeño de las MiPyme.

Modelo de Factores de la Transformación Digital que Influyen el Desempeño Financiero de las MiPyme

El tema de investigación que presenta (Teng et al, 2022) son los factores de la transformación digital que influyen el desempeño empresarial de las PyMe chinas. Cabe aclarar, que en este estudio el concepto “PyMe” (o en inglés SMEs cubre el

segmento de microempresas bajo la definición del proyecto, ya que en el estudio del artículo se estudiaron empresas de entre 1 a 299 empleados.

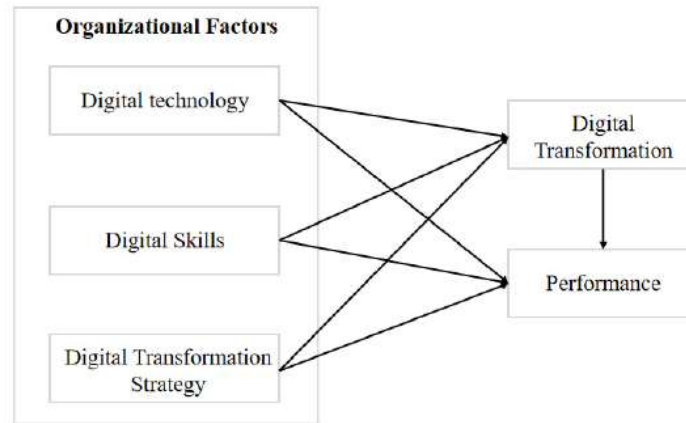
El objetivo del artículo es identificar los factores asociados a la transformación digital que determinan el desarrollo sostenible de las PyMe, para proveer una referencia a investigadores y tomadores de decisión, a través de un análisis empírico.

La metodología que siguieron los autores se describe a través de las siguientes seis etapas:

1. Entendimiento de la teoría de vista basada en recursos, que permite tener un marco de entendimiento de estado de la empresa y su desarrollo, explicados por los recursos que tiene y los que necesita para su crecimiento.
2. Propuesta de modelo conceptual y formulación de hipótesis. El modelo se compone de tres factores organizacionales y que impactan la transformación digital y el desempeño empresarial, como se muestra en la figura 4.
3. Definición de instrumento de recolección de información, y recolección de datos.
4. Ejecución de modelo de medición y análisis estadístico de las variables.
5. Análisis sobre las hipótesis formuladas.
6. Recopilación de resultados y generación de conclusiones.

Siguiendo esta metodología, los autores desarrollan un modelo conceptual sobre el cual plantean cinco hipótesis que son puestas a prueba y les permite desarrollar una discusión y generar un conjunto de conclusiones relevantes frente al modelamiento del impacto de tecnologías digitales sobre el desempeño empresarial.

Figura 4 Modelo conceptual a validar en el estudio de referencia.



Nota. Adaptado de Teng et al (2022). Research on the Relationship between Digital Transformation and Performance of SMEs. *Sustainability*, 14(10), 6012. MDPI AG. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.3390/su14106012>

Las cinco hipótesis formuladas fueron:

- La tecnología digital está correlacionada positivamente con la transformación digital de las PyMe.
- Las habilidades digitales de los empleados están correlacionadas positivamente con la transformación digital de las PyMe.
- Las estrategias de transformación digital están positivamente relacionadas con la transformación digital de las PyMe.
- La transformación digital está positivamente correlacionada con el desempeño financiero.
- La relación entre la tecnología digital, las habilidades digitales de los empleados y la estrategia de transformación digital, con el desempeño financiero es mediada por la transformación digital.

Los principales resultados del estudio son (Teng et al, 2022):

- Se encontró una relación positiva entre las tecnologías digitales y la transformación digital.
- Igualmente se encontró que las tecnologías digitales requieren de las habilidades de los empleados, por lo que es un factor clave para la transformación digital.
- En cuanto a la estrategia de transformación digital, se encontró que es relevante pero no genera un impacto significativo en la PyMe. La estrategia debe ser guiada por el valor de la innovación y retornar a la esencia del negocio, ejecutándola de forma efectiva, ágil e integral.
- Se identificó que la estrategia digital sí tiene un impacto positivo en el desempeño financiero. No se pudo concluir sobre las tecnologías digitales y las habilidades digitales, posiblemente por el estado de adopción de la empresa, además el medir el efecto directo sobre el flujo de caja pospandemia no permite ver los efectos directos de estos factores.
- Un punto relevante es que a pesar de que el objeto de investigación estaba acotado, la variedad de empresas aún dentro del segmento es muy amplia y afecta la generalización de resultados.

Estado del Arte de la Transición a Industria 4.0 de las MiPyme

La Industria 4.0 es la combinación de la producción, tecnologías de la información y el internet, abriendo oportunidades en nuevos modelos de negocio, estructuras operativas, intercambios de información y cadenas de valor a escala global (Matt y Rauch, 2020).

Por lo anterior, Industria 4.0 es un punto de referencia para entender la adopción de tecnologías o transformación digital en las empresas. En (Matt y Rauch, 2020) se encuentra la revisión de estado del arte a la luz de la literatura científica sobre la Industria

4.0 en las MiPyme. Entre sus conclusiones se pueden extraer las siguientes observaciones:

- Se identifica la Industria 4.0 como una fuente de innovación y nuevos modelos de negocio digitales que aportan ventaja competitiva a las MiPyme.
- La comunidad científica se soporta en marcos o modelos de madurez para comprender el estado actual.
- Se están desarrollando marcos, kits de herramientas y mapas de ruta para guiar a las MiPyme en la implementación de la Industria 4.0.
- El concepto Industria 4.0 es un concepto que cada vez tiene mayor interés frente a otros asociados a manufactura, aunque aún es baja la investigación sobre la disminución de costos por adopción de inteligencia artificial en manufactura.
- La sostenibilidad tanto social como ecológica está siendo cada vez más relevante.

Definición de la Transformación Digital Empresarial en el Mundo

En el trabajo de revisión literaria se recopila el concepto de transformación digital como el proceso de cambio que se requiere para adoptar tecnologías digitales o desarrollar nuevos modelos de negocios digitales que crean mayor valor para una organización. Las principales acciones de transformación digital que se han identificado en la literatura son la colaboración interna y externa para adoptar las tecnologías de la información (TI), renovación en el modelo de negocio y cambios en la cultura organizacional para la mejora del desempeño. Entre las tecnologías más significativas se encuentran el *big data*, la inteligencia artificial, la nube, el *blockchain* y el internet de las cosas (conocido como *IoT*) (Yu et al, 2022).

Más allá de la comunidad científica, se han desarrollado otros conceptos desde otros nodos del ecosistema que tiene un contacto cotidiano con el sector empresarial. Estos referentes, en general, convergen en un concepto de integración de capacidades tecnológicas para apalancar las estrategias de negocios.

A continuación, se presentan algunas de estas definiciones:

- Definición de transformación digital de SAP (SAP, s.f.):

La transformación digital implica integrar tecnologías y soluciones digitales en todas las áreas de un negocio. Este es tanto un cambio cultural como tecnológico, ya que requiere que las organizaciones hagan cambios fundamentales en la forma en que operan y en el modo en que brindan experiencias y beneficios al cliente. Las soluciones digitales también ayudan a aumentar la fuerza laboral y pueden conducir a la transformación de los procesos de negocio y del modelo de negocio.

- Definición de transformación digital de Deloitte (Deloitte, s.f.):

La transformación digital es la forma en la que se prepara el negocio a prueba del futuro: cambiando mercados, negocios y modelos operativos en una nueva realidad, donde la agilidad es la norma, la experiencia humana es el foco y la tecnología y los datos son habilitadores, y el valor exponencial es el resultado.

- Definición de transformación digital del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) *Sloan Management Review* (Massachusetts Institute of Technology - MIT, 2017): “La transformación digital se refiere a cómo la tecnología cambia las condiciones sobre las que el negocio se desarrolla, en formas que cambian las expectativas de los clientes, proveedores y empleados.”

La Transformación Digital Empresarial en Colombia

A nivel de Colombia, el MinTIC publicó el Marco de Transformación Digital para mejorar la relación Estado-ciudadano, en el cual se presenta un capítulo con la definición de transformación digital para el estado, de la siguiente manera (MinTIC, 2020):

La transformación digital, es un concepto que involucra un proceso de explotación de tecnologías digitales que tiene la capacidad de crear nuevas formas de hacer las cosas en el Estado, generando nuevos modelos de desarrollo, procesos y la creación de servicios de gobierno digital, que a su vez producen valor, principalmente a través de la digitalización que representa la conversión de datos y procesos análogos hacia formatos que pueden ser entendidos y gestionados por máquinas. De esta forma, lo digital genera capacidades para la innovación y la digitalización de las entidades públicas a través del uso de tecnologías actuales y emergentes, dentro del que incluye el uso generalizado de las tecnologías de Inteligencia Artificial.

Caso referencial de programa de apoyo en Chile.

El gobierno chileno, desde el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, desarrolló el programa Digitaliza Tu Pyme DTP. Este programa tiene como objetivo guiar y acompañar en el proceso de transformación digital a las empresas de menor tamaño, llevándoles oferta de eventos, talleres, capacitaciones y herramientas, así como una red de aliados con quienes articulamos iniciativas para la adopción de tecnologías digitales (Digitaliza Tu Pyme, s.f.). El punto de partida de este programa, es la realización de un cuestionario para un autodiagnóstico titulado Chequeo Digital, que genera un reporte del estado de madures de la pyme y recomendaciones para avanzar en el camino de la transformación digital. Este es un referente interesante porque aunque la iniciativa nació en Chile, actualmente se ha expandido a 12 países más de Latinoamérica gracias a la

cooperación internacional de organizaciones como el Banco Interamericano de Desarrollo BID, el cual hace referencia a este esquema de servicio en su informe *The 360 on Digital Transformation in Firms in Latin America and the Caribbean* (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022), haciendo una relación de los análisis sobre los resultados del diagnóstico sobre las políticas y recomendaciones de acciones para las Pymes latinoamericanas.

Análisis Realizados sobre Adopción de TICs en las Microempresas en Colombia.

En el marco del programa MiPyme Vive Digital del MinTIC (MINTIC, 2018), se realizaron estudios para identificar cómo la adopción de las TIC es un factor decisivo para la productividad y competitividad, reflejado en sofisticación de procesos e innovación de productos y servicios y el desarrollo de las competencias en el talento colombiano para aprovechar las TIC. Por lo tanto, es clave para el desarrollo del país identificar estrategias que permitan la apropiación de las TIC en este segmento empresarial y, para ello, no basta con seguir el juicio de un experto o la intuición, requiriendo el análisis de datos reales (Evans, 2021), ya que la toma de decisiones implicará inversiones del presupuesto público y del desarrollo de alianzas para alcanzar el impacto socioeconómico esperado.

Modelos y Enfoque de Analítica para la Inteligencia de Negocios

Existen varios modelos que permiten tener una comprensión de los enfoques para el desarrollo de analítica y su aplicación en el campo real, pero los siguientes dos son los más representativos: El enfoque de Kimball y el de Inmon (Astera, 2020). Estos permiten explicar cómo se estructura un almacén de datos y su ciclo de vida en correspondencia a la vida empresarial.

El desarrollo de estos modelos se centra en cómo desarrollar una arquitectura en la que el almacén de datos, integrado a soluciones de integración, visualización y capacidades de aprendizaje de máquina permiten el desarrollo de una capacidad de conocimiento del negocio, generando así una solución para soportar diferentes procesos empresariales, como por ejemplo la toma de decisiones de estrategia de negocio, la compra de insumos, la venta o apertura de mercados, la fidelización de clientes, la creación o retiro de productos, contratación o desarrollo de talento, la capitalización o inversiones de la empresa, entre muchos otros.

En la tabla 1 se mencionan las principales ventajas y desventajas entre el modelo de Kimball y el de Inmon de acuerdo con (Astera, 2020).

Tabla 1 *Ventajas y desventajas de los modelos Kimball e Inmon*

MODELO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Kimball	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado dimensional que es rápido de construir y no requiere normalización y facilita ejecución en fases iniciales. • Esquema estrella que facilita la comprensión. • Se centra en áreas o procesos comerciales específicos, no en toda la empresa, ocupando menos espacio y simplificando la administración. • Recuperación rápida de datos que se segregan en tablas de hechos y dimensiones. • Equipo pequeño de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos no están integrados para presentación de informes, que no tienen toda la vista empresarial. • Se pueden presentar datos redundantes entre las tablas al no haber normalización. • Problemas de rendimiento en la tabla de hechos por ser muy detallada. • No es amigable para grandes cantidades de datos heredados.

	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque en calidad de datos para procesos específicos. 	
Inmon	<ul style="list-style-type: none"> • Habilita tener una única fuente de verdad para toda la organización, debido a la integración de los datos. • El modelo tiene la normalización necesaria para limitar la duplicidad o redundancia de datos, facilitando los procesos de extracción, transformación y carga (ETL). • Presenta reportes de negocio integrados lo que permite tener una mayor comprensión de lo hechos encadenados hasta el proceso comercial y otros procesos. • Su alta integración permite que la actualización de los datos se refleje en todo el modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor complejidad a mayor cantidad de tablas e información en el modelo. • El modelamiento de datos y la administración del modelo requiere una alta experiencia, implicando la vinculación de talento experto que es escaso y/o costoso. • Se requiere mayor tiempo para generar una primera base del modelo. • Requiere mayor trabajo de ETL en los distintos <i>datamarts</i> que se suman al modelo.

Debido a que el proyecto se va a enfocar principalmente en el proceso y resultados comerciales, se escoge el modelo Kimball como base referencial. En el siguiente apartado se profundiza más en este modelo.

Modelo de Analítica de Kimball

La figura 5 presenta el modelo de Kimball en cada una de sus etapas de desarrollo para la solución de un modelo de inteligencia de negocios en el marco de una arquitectura de almacén de datos.

Figura 5 Metodología Kimball



Nota. Adaptado de Forero-Castañeda et al (2021). Introducción a la inteligencia de negocios basada en la metodología Kimball. Revista Tecnología, Investigación y Academia TIA, ISSN: 23448288, 9 (1), pp. 5-17. Bogotá-Colombia

En esta metodología se presentan tres grandes caminos por los cuales se conforma el ciclo de vida para la gestión de un sistema de bodega de datos: tecnología, datos y aplicaciones. Las etapas que describen en el modelo se presentan en (Forero-Castañeda y Sánchez-García, 2021) y se resumen a continuación:

- Planificación: Donde se determinan las actividades, alcance, objetivos, participantes y análisis de riesgos.
- Definición de requerimientos: En esta etapa se establecen los objetivos y las características esenciales y deseables que constituyen el éxito del proyecto.

- Etapa de modelado dimensional: En este punto se realiza de forma iterativa la definición del proceso de negocio, la granularidad, la dimensiones y la identificación de hechos que se quieren analizar.
- Diseño físico: Se definen las condiciones de la plataforma para soportar el modelo lógico definido.
- Diseño e implementación de subsistema de ETL: En este proceso se identifica, recopila, se modifica y carga la información para que cumpla con las condiciones del modelo lógico diseñado en la infraestructura objetivo.
- Implementación: Se realiza toda la activación de los modelos y la preparación anterior, habilitando la visualización y la entrega de la solución de negocio. En esta etapa se da alcance a la capacitación, soporte y estrategias de expansión de la solución.

Tipos de Analítica

La analítica se ha venido posicionando como una de las herramientas más potentes que están teniendo las organizaciones para la toma de decisiones, especialmente por la creciente generación de datos y la agilidad que requieren los negocios para su aprovechamiento.

Las técnicas de analítica se aplican para descubrir, interpretar y comunicar patrones en los datos, que son relevantes para el negocio (Roy D. et al, 2022). Se pueden referenciar tres tipos de analítica de datos según la clase de problema que resuelven:

- Descriptiva: usada para comprender hechos del pasado a través de la minería de datos.
- Predictiva: utiliza estadística para pronosticar hechos del futuro.

- Prescriptiva: es la técnica de analítica que utiliza algoritmos para identificar que debe ocurrir para que se obtengan resultados esperados.

Normalmente, una empresa aplica una combinación de las tres ya que cada una puede ser aplicada para la solución de un problema específico.

Hipótesis

La hipótesis de este proyecto es: Las ventas de las MiPyme de Colombia pueden estimarse a través de un modelo de analítica predictiva a partir de las variables asociadas al estado de madurez de la transformación digital de la empresa.

Variables

Las variables se determinan a través de la identificación de los atributos requeridos para responder la pregunta de investigación. Para ello, se plantean tres grupos de variables según el concepto a desarrollar:

1) Variables descriptivas de la MiPyme: Este conjunto de variables se basó en la orientación que tiene el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE en la encuesta de tecnologías de la información y las comunicaciones en empresas (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, 2021).

2) Variables de evaluación de la madurez de la transformación digital: Para estas variables se tomó como base el marco de referencia global presentado en el artículo de revisión de MMTD para MiPyme de (Zamani, 2022).

3) Variable de impacto.

En la tabla 2 se presentan las variables que tendrán en cuenta para el desarrollo de este proyecto de investigación.

Tabla 2 *Operacionalización de las variables descriptivas de la empresa.*

CONCEPTO	VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN Y TIPO DE VARIABLE
Descripción de la población objetivo (micro establecimientos de Colombia)	Demografía de la empresa	Características descriptivas de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> - Actividad económica: Manufactura, comercio o servicio (Cualitativa - nominal) - Número de empleados (Cuantitativa - discreta) - Antigüedad (Cuantitativa - continua)

			<ul style="list-style-type: none"> - Ubicación geográfica (Cualitativa - nominal) - Estado de formalidad (Cualitativa - nominal)
	Conectividad	Características descriptivas de la facilidad de conexión a internet	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de conectividad del lugar donde desempeña su función (Cualitativa – ordinal)
	Entorno socio-económico	Características descriptivas del estado de crecimiento de la región donde desarrolla la actividad empresarial	<ul style="list-style-type: none"> - PIB del departamento (Cuantitativa – ordinal) - Tasa de empleo del departamento (Cuantitativa – ordinal) - Crecimiento del sector a nivel nacional
Nivel de madurez para la transformación digital	Gestión tecnológica y de infraestructura de TI	Marco para medir el nivel de desarrollo de capacidades empresariales para la gestión tecnológica y de su infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de TI (Cualitativa - nominal). - Confiabilidad de TI (Cualitativa - nominal). - Escalabilidad de TI (Cualitativa - nominal). - Seguridad de TI (Cualitativa - nominal). - Operación de TI (Cualitativa - nominal). - Arquitectura de TI (Cualitativa - nominal). - Uso de herramientas tecnológicas (Cualitativa - nominal) - Acceso a internet según velocidad, tipo o red de conexión (Cuantitativa - ordinal).

			<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de dispositivos tecnológicos utilizados (Cualitativa – nominal) - Adopción de tecnologías para comercio electrónico, teletrabajo, análisis de datos, productividad, administración, seguridad (Cualitativa - nominal). - Uso e implementación de inteligencia artificial (Cualitativa - nominal).
	Clientes y modelo de negocio	Marco descriptivo de clientes y negocios de productos digitales	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de negocio Business to Business (B2B), Business to Consumer (B2C) o C2C. (Cualitativa - nominal). - Productos digitales (Cualitativa - nominal).
	Gestión estratégica	Marco para medir el nivel de desarrollo de capacidades para definir metas, prioridades y determinar las acciones para la adopción tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> - Estado de plan estratégico (Cualitativa - nominal). - Metas e indicadores (Cualitativa - nominal). - Definición de ruta de adopción tecnológica (Cualitativa - nominal). - Capacidades de innovación tecnológica (Cualitativa - nominal).
	Gestión organizacional y administrativa	Marco para medir el nivel de desarrollo de capacidades empresariales para la gestión administrativa y organizacional	<ul style="list-style-type: none"> - Género o composición del liderazgo (Cualitativa - nominal). - Procesos establecidos (Cualitativa - nominal).

			<ul style="list-style-type: none"> - Apoyos financieros para inversión en TI (Cuantitativa - ordinal).
	Gestión de conocimiento y personas de TI	Marco para medir el nivel de desarrollo de capacidades empresariales para la gestión de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Marco de competencias y desarrollo de las personas (Cualitativa - nominal). - Plan de entrenamiento (Cualitativa - nominal). - Disposición al cambio (Cualitativa - nominal).
Impacto de la transformación digital sobre la población objetivo (micro establecimientos de Colombia)	Desempeño empresarial	Es el efecto de la maduración de las capacidades de transformación digital en las empresas a partir de las capacidades asociadas al MMTD.	<ul style="list-style-type: none"> - Ventas actuales (Cuantitativa - continua). - Incremento de ventas en el tiempo (Cuantitativa - continua)

Metodología

En este capítulo se describe el enfoque de la investigación, alcance y las fases de ejecución, la población y muestra, la descripción de fuentes de información, actividades y técnicas para recoger y analizar la información.

Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque de este proyecto de investigación es mixto debido a que se van a analizar variables cualitativas y cuantitativas. Las primeras son para determinar el nivel de madurez de la transformación digital de las empresas de la población y una vez incorporadas estas mediciones en un modelo predictivo, desarrollar la relación de impacto sobre la variable cuantitativa (ventas).

El diseño de esta investigación es transversal ya que la recolección de datos se realizará una sola vez y a partir de ellos se desarrolla todo el estudio.

Esta es una investigación de tipo descriptivo porque se van a investigar los factores de la transformación digital que inciden en las ventas.

Población y muestra

La población de estudio son los micronegocios colombianos. Se toma como definición de micronegocio las personas empleadoras y trabajadores por su propia cuenta, cuya organización ocupa hasta 9 personas (DANE, 2022).

Considerando la Encuesta de Micronegocios publicada por el DANE en Agosto de 2022 (DANE, 2022), la cantidad de micronegocios en Colombia es de 4,9 millones. Por lo tanto, la muestra poblacional para garantizar un 95 % de confianza y margen de error del 10 % es de 97 microempresas. Sin embargo, se tiene disponible la base de datos de 86.969 empresas, tomada de (DANE, 2022, Junio 15), por lo cual se cumple plenamente el diseño propuesto.

Instrumentos

Debido a que la información disponible para realizar la investigación corresponde a las bases de datos de estudios públicos y datos abiertos, se debe buscar que estos estudios contengan al menos esta cifra. En la tabla 3 se relacionan posibles estudios que pueden servir de base de información para el estudio, lo cual demuestra que se cuenta con la información de base suficiente para cumplir el requerimiento de muestra de la población para el nivel de confianza esperado.

Tabla 3 *Estudios potenciales a ser utilizados.*

<i>Estudio/set de datos</i>	<i>Organización fuente</i>	<i>Muestra de la población objetivo reflejada en el estudio</i>	<i>Referencia</i>
Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	DANE	86.969	(DANE, 2022, Junio 15)
Producto Interno Bruto PIB por departamento y por actividad económica	DANE	Información para los 33 departamentos de Colombia	(DANE, 2022, Junio 28)
Índice de Brecha Digital 2019	MinTIC	Información para los 33 departamentos de Colombia	(MinTIC, 2020)
Mercado Laboral por departamentos	DANE	Información de tasa de ocupación por departamento	(DANE, 2022, Abril 8)

Fases y actividades a desarrollar

Las fases para abordar el proyecto serían las siguientes:

1. Identificación del ecosistema de transformación digital en Colombia:
 - Identificación actores claves del entorno de transformación digital empresarial de impacto a las microempresas de gobierno en:

- Gobierno nacional y gobierno local.
 - ONGs.
 - Universidades.
 - Agremiaciones.
 - Empresas privadas ancla que potencial su ecosistema de proveedores / clientes.
 - Empresas proveedoras de servicios tecnológicos.
 - Entidades financieras.
- Realización de una clasificación por su rol y aporte al proceso de transformación digital para las microempresas.
 - Identificación de cómo cada uno de los segmentos puede aportar a la estrategia de desarrollo de transformación digital.
 - Consolidación de los resultados en una estrategia global para Colombia, con el ecosistema y sus conexiones de valor.
2. Análisis de los modelos de madurez de transformación digital a los que tienen acceso las microempresas:
- Identificación de los MMTD a los que tienen acceso las microempresas para conocer su estado de madurez e identificar estrategias de maduración.
 - Realización de una valoración conceptual sobre los frente a los estudios de referencia que soportan el estado de conocimiento global.
 - Vista general del MMTD para el proyecto e identificación de brechas y oportunidades de fortalecimiento de los MMTD para microempresas colombianas y recomendaciones para los grupos de interés relacionados.

3. Desarrollo de un modelo conceptual de predicción de impacto en las ventas de los microestablecimientos a partir de los factores de transformación digital:
 1. Preparación e inventario de bases de datos e información disponible para realizar el procesamiento del modelo.
 2. Recolección de información y creación de un área de *staging* para concentrar las fuentes de información.
 3. Transformación de las bases de datos con el fin de realizar la limpieza y preparación.
 4. Generación de un modelo de datos para identificar relaciones entre los datos.
 5. Realización de la analítica descriptiva de los datos.
 6. Desarrollo del modelamiento predictivo sobre las ventas de las microempresas a partir de los factores de transformación digital.
 7. Realización de pruebas sobre el modelo
4. Generación de conclusiones y recomendaciones de pasos a seguir

Las herramientas tecnológicas necesarias para desarrollar estas actividades son:

- Azure cloud para el almacenamiento de las bases de datos.
- R para procesamiento de datos
- PowerBI para generar la visualización
- Paquete Microsoft Office para documentación, procesamiento de texto y generación de presentación de resultados.
- Conexión a internet

Trabajo de Campo

En esta sección se presenta el desarrollo de cada una de las tres fases del proyecto según la metodología planteada.

En la fase 1 se realiza un descubrimiento de los actores del ecosistema de desarrollo a las MiPyme y de esta forma se propone una estrategia en la cual el modelo de madurez y desarrollo de capacidades de las MiPyme pueda ser impulsada desde la identificación de necesidades de información.

En la fase 2 se desarrolla una identificación de los modelos de madurez a los que tienen acceso las MiPyme Colombianas y las variables que consideran con el fin de plantear el modelo base para el desarrollo del estudio.

En la fase 3 se realizan las pruebas sobre el modelo planteado aplicando la analítica de información de las MiPyme, y así proceder a la generación de análisis y resultados sobre el estudio, y así llegar a la propuesta de solución de la hipótesis formulada.

Fase 1 - Identificación del Ecosistema de Transformación Digital en Colombia

En esta fase del proyecto se busca identificar, clasificar y segmentar los principales actores que conforman el ecosistema de transformación digital en Colombia, con el fin de identificar las necesidades de información y valor sobre el modelo de capacidades para el desempeño empresarial.

Identificación y clasificación de actores claves del entorno de transformación digital empresarial de impacto a las microempresas

De acuerdo un análisis publicado por el Banco Mundial (Deasy, D. et al, 2022), un ecosistema integrado nacional donde las interacciones y flujos de información permiten que el uso y el reúso de los recursos puedan ser maximizados en formas de productos y

capacidades compartidas y accesibles a ciudadanos, negocios y gobiernos. La figura 6 permite tener un marco de guía para la identificación del ecosistema.

Figura 6 Mapa de identificación del ecosistema de transformación digital



Nota. Adaptado de Deasy D., Eferin Y. y Petrov O. (2022). Integrated national data ecosystem: the next stage of digital transformation. World Bank Blogs.

<https://blogs.worldbank.org/digital-development/integrated-national-data-ecosystems-next-stage-digital-transformation>

En la figura 6 se puede apreciar cómo deben coexistir e interactuar la Administración pública, organizaciones no gubernamentales (ONGs), oferentes y proveedores de soluciones y la academia para generar el contexto propicio y las capacidades para la transformación digital, y por otra parte las personas y empresas como beneficiarios y punto de retroalimentación al ecosistema. A continuación, se listan los actores identificados para cada grupo.

Administración nacional, regional y local. El Departamento Nacional de Planeación (DNP) publicó un informe con las acciones más importantes asociadas al fortalecimiento del ecosistema digital entre 2018 y 2022 (Departamento Nacional de Planeación, 2022), con un cumplimiento de ejecución a la fecha de la publicación de casi un 95%. De este informe se destaca el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES 3975 (Conpes 3975, 2019), en el que se define la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial, que contiene cuatro acciones estratégicas para lograr su objetivo:

Aumentar la generación de valor social y económico a través de la transformación digital del sector público y del sector privado, mediante la disminución de barreras, el fortalecimiento del capital humano y el desarrollo de condiciones habilitantes, para que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la cuarta revolución industrial (4RI).(p. 38)

A través de las acciones establecidas en el Conpes 3975 se pueden identificar los actores gubernamentales involucrados para su ejecución y las acciones asociadas, las cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla 4 *Entidades gubernamentales identificadas*

Entidad	Acción asociada en el Conpes 3975
MINCIT - MINTIC – Ministerio del Trabajo (MinTrabajo) – Colombia Productiva e Innpulsa Colombia	Fortalecer capacidades en el sector privado, entregando servicios de transformación digital para mejorar el desempeño de la empresa y articulando iniciativas de apoyo, para que las empresas hagan un uso eficiente de la tecnología.

	<p>Además, establecer la normativa para la Industria 4.0 y el despliegue de redes de quinta generación de telefonía móvil (5G).</p> <p>Apoyar el desarrollo del teletrabajo.</p> <p>Desarrollar e implementar tecnologías para fortalecer la cadena de valor del comercio electrónico.</p> <p>Modelos de operación y programas de desarrollo empresarial y emprendimiento (Fábricas de productividad, C-Emprende, Centros de Transformación Digital, entre otros)</p>
<p>Ministerio de Hacienda y crédito público (MinHacienda) - Unidad de Proyección Normativa y Estudios de Regulación Financiera (URF)</p>	<p>Reconocer y desarrollar un sistema de pagos que sea la base de una infraestructura para la economía digital y, a partir de ello, analizar y establecer los cambios normativos requeridos para promover la eficiencia y competitividad del sistema de pagos de bajo valor de forma electrónica.</p>
<p>Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN)</p>	<p>Habilitar la plataforma tecnológica de factura electrónica, y facilitar su uso como instrumento financiero.</p>
<p>DANE</p>	<p>Aplicar la encuesta TIC para medir el avance de la transformación digital en el país, integrando los componentes clave de la economía digital y sus habilitadores según el marco de la OCDE.</p>

<p>Banco de Comercio Exterior (Bancóldex)</p>	<p>Inversión en fondos de capital emprendedor para innovación digital.</p>
<p>Presidencia de la República</p>	<p>Criterios para tener en cuenta en la selección de fondos a invertir, con el fin de incentivar y favorecer emprendimientos de Cuarta Revolución Industrial y la innovación digital.</p> <p>Diseño de un marco ético transversal aplicable a los sistemas de inteligencia artificial, inclusión y ciberseguridad</p>
<p>Departamento Nacional de Planeación DNP</p>	<p>Diseño de una metodología para el análisis prospectivo de tecnologías digitales.</p> <p>Realizar el seguimiento y reporte de la regulación.</p>
<p>Otras carteras del gobierno nacional (Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Ministerio de Justicia, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior ICETEX)</p>	<p>Apoyar iniciativas de alto impacto público apoyadas en la transformación digital. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portal Único del Estado Colombiano • Interoperabilidad de la historia clínica • Proyecto expediente digital • Servicios ciudadanos digitales • Analítica de datos para la innovación pública • Modernización del archivo general de la nación • Transformación digital del sector de la construcción e infraestructura. • Lineamientos para desarrollar habilidades digitales y alianzas para la formación del talento.

Organizaciones No Gubernamentales (ONGs). Entre las ONGs de mayor tamaño que tienen un papel en el apoyo a las empresas se encuentran: a) Las cámaras de comercio y b) las agremiaciones regionales y sectoriales. En la tabla 5 se identifican las más relevantes dentro de estos dos grupos y cómo se encuentran relacionadas dentro del ecosistema de apoyo a la transformación digital empresarial.

Tabla 5 *ONGs más relevantes identificadas*

ONG	Apoyo a la transformación digital empresarial
Cámara de Comercio de Bogotá CCB	Entrega una medición del nivel de madurez de la transformación digital y a partir de éste, provee servicios de acompañamiento, formación gratuita y conexión con herramientas tecnológicas a través de aliados solucionadores. (Cámara de Comercio de Bogotá, s.f.)
Cámara de Comercio de Cali CCC	Desde el Centro de Transformación Digital Empresarial de la Cámara de Comercio de Cali acompañan a las mipyme en la implementación del Modelo de de Madurez de Transformación Digital (MMTD), definido por iNNpulsa Colombia y el MinCIT como una estrategia de largo plazo, para mejorar su productividad y competitividad. (Cámara de Comercio de Cali, s.f.)
Cámara de Comercio de Medellín CCM	Ofrece servicios para la transformación digital y la innovación de las empresas, promoviendo pensar diferente, probar nuevas formas de hacer las cosas y convertir las ideas en valor para el negocio y los clientes. (Cámara de Comercio de Medellín, s.f.).

<p>Cámara de Comercio de Ibagué CCI</p>	<p>Presta servicios de asistencia técnica empresarial individual y confidencial a las empresas para promover en ellas la productividad y competitividad prestándoles servicios a través de una ruta de transformación digital. (Cámara de Comercio de Ibagué, s.f.)</p>
<p>Cámara de Comercio de Barranquilla CCB</p>	<p>A través del Centro de Transformación Digital ofrece servicios de capacitaciones, diagnóstico de madurez digital, plan de transformación digital y soluciones TIC. (Cámara de Comercio de Barranquilla, s.f.)</p>
<p>Cámara de Comercio de Santa Marta CCSM</p>	<p>Cuenta con un Programa de Transformación Digital, a través del cual se ofrece un servicio de acompañamiento empresarial, individual y confidencial, para impactar el desarrollo empresarial digital, identificando retos y proponiendo soluciones. (Cámara de Comercio de Santa Marta, s.f.)</p>
<p>Cámara de Comercio Electrónico CCE</p>	<p>Promueve microcursos, eventos y concursos para desarrollar habilidades para los negocios y emprendimientos en el ámbito del comercio electrónico. (Cámara de Comercio Electrónico, s.f.)</p>
<p>Federación Nacional de Comerciantes FENALCO</p>	<p>Varias seccionales de Fenalco presentan el programa de Centros de Transformación Digital. La oferta es el acompañamiento a las MiPyme en su proceso de apropiación de herramientas tecnológicas para mejorar su productividad y competencias para la innovación. (Federación Nacional de Comerciantes, s.f.).</p>

<p>Centro de investigación y desarrollo de tecnologías de la información y las comunicaciones - CINTEL</p>	<p>Cuenta con el Programa Transforma Tech para fortalecer capacidades empresariales y productivas de MiPyme a través de una ruta de intervención para la incorporación y uso de TIC. (Centro de investigación y desarrollo de tecnologías de la información y las comunicaciones, s.f.).</p>
<p>Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI</p>	<p>Desde la Vicepresidencia de Transformación Digital se promueve y trabajan acciones para la digitalización de las empresas. (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, s.f.)</p>
<p>Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas ACOPI</p>	<p>Varias seccionales de Acopi presentan una oferta con programas de apoyo al empresariado. Por ejemplo Acopi Antioquia ofrece el Programa Mipyme Transforma + Innovación + Digital, con el objetivo de aumentar la actividad innovadora de las empresas, con capacitación y acompañamiento para el desarrollo de capacidades de innovación y transformación digital. (Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, s.f.).</p>
<p>Agremiaciones sectoriales (Ejemplo Asociación Nacional de Comercio Exterior ANALDEX, Cámara</p>	<p>Las diferentes agremiaciones tienen como fin apalancar las capacidades de sus agremiados apalancados en el poder a escala e impacto colectivo sobre una industria, de esta forma se realizan programas o proyectos conjuntos para impulsar la transformación digital. Por ejemplo, el gremio constructor</p>

<p>Colombiana de la Construcción CAMACOL, Federación Nacional de Cafeteros FNC, entre otras.</p>	<p>celebró en Abril de 2022 un convenio para fortalecer las capacidades de las empresas de la cadena de valor de la construcción acceso a las últimas tendencias, conocimientos y soluciones tecnológicas de transformación digital y de seguridad técnica y jurídica. (Cámara Colombiana de la Construcción, 2022).</p> <p>En otros casos, el apoyo se realiza a través de la negociación de recursos compartidos que si se adquirieran de forma individual serían mucho más costosos. Tal es el caso de la FNC que adquirió la implementación de un software para pymes para ayudar en sus financieros, comunicaciones y de recursos humanos (Pymas, s.f.)</p>
--	--

Oferentes y proveedores de soluciones TIC. Existen diferentes agremiaciones que reúnen las empresas con soluciones TIC para las MiPyme. Entre esos gremios se encuentran: a) Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos ANDESCO, b) Asociación de la Industria Móvil de Colombia ASOMOVIL, y c) Asociación de operadores de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ASOTIC. Estas asociaciones han sido relevantes para conectar la oferta y demanda de soluciones con las MiPyme así como exponer una agenda común frente al gobierno nacional, como ocurrió durante la pandemia COVID-19 (Universidad Externado, 2020). También el sector de software en Colombia cuenta con la Federación Colombiana de la Industria del Software y Tecnologías Informáticas Relacionadas FEDESOFIT, que es el gremio de la industria de software nacional, a través del cual se potencia el desarrollo del sector (Federación Colombiana de la Industria del Software y Tecnologías Informáticas Relacionadas, s.f.).

Por su parte, la organización de las empresas en un directorio facilita el conocimiento y acceso por parte de las MiPyme a una oferta correspondiente a sus necesidades. Es así como en la página de Guía TIC (Guía TIC, s.f.) se encuentra una plataforma para buscar soluciones entre más de 300 categorías de ofertas, agrupadas en cuatro tipos: a) Software, b) Hardware, c) Comunicaciones y d) Servicios, como se observa en la figura 7.

Cada tipo de ofertas permite realizar filtros o búsquedas por palabras clave, por ejemplo, en las categorías de software se puede filtrar por modalidad (Nube, licenciado o instalación local) y por tamaño de empresa (pequeña, mediana y grande).

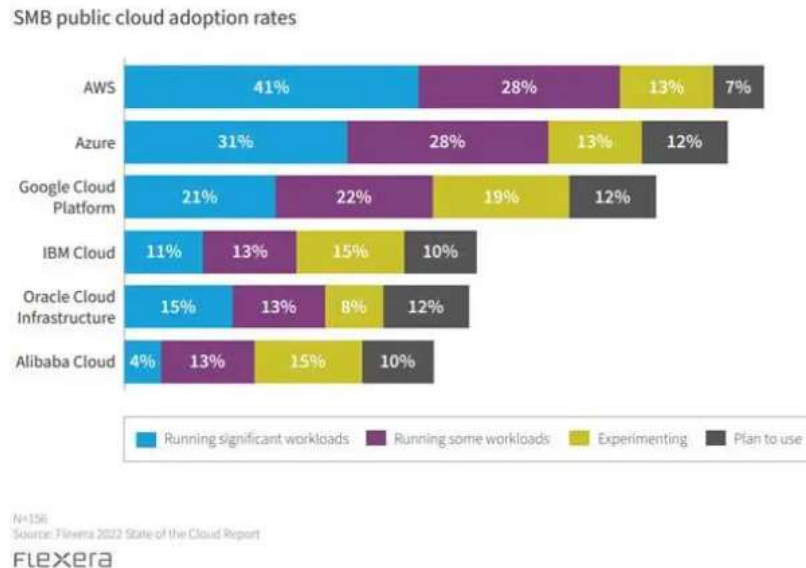
Figura 7 Ejemplo de búsqueda de ofertas en la página Guía TIC

The screenshot shows the Guía TIC website interface. At the top, there is a navigation bar with the logo 'GUÍA TIC' and several menu items: 'INICIO', '¿BUSCAS TECNOLOGÍA?', '¿VENDES TECNOLOGÍA?', 'CATEGORÍAS', 'PROVEEDORES', and a language selector set to 'COV'. A search bar is also present with the text 'Escribe' and a magnifying glass icon. Below the navigation bar, a breadcrumb trail reads 'Categorías > Software > Cartera Financiera - Crédito - Leasing - Factoring'. The main heading is 'Software - Cartera Financiera - Crédito - Leasing - Factoring en Colombia'. A descriptive paragraph follows, explaining that the software optimizes processes through an integrated system for credit, leasing, and factoring, and is customizable to meet the needs of different financial entities. Below this, there are two main product cards. The first card is for 'SCORPIO PRÉSTAMOS - SOFTWARE PARA CONTROL DE CRÉDITOS Y MICROCRÉDITOS', featuring the Scorpio Software logo and a description of its capabilities. It includes buttons for 'LEER INFORMACIÓN' and 'SOLICITAR COTIZACIÓN'. The second card is for 'SOFTWARE PARA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE CRÉDITOS | QUASAR', featuring the Quasar logo and a description of its expert credit management system. It also includes buttons for 'LEER INFORMACIÓN' and 'SOLICITAR COTIZACIÓN'. On the left side of the page, there are two filter sections: '¿Qué modalidad de software buscas?' with options for 'Software en la Nube | SaaS', 'Software Licenciado', and 'Instalación Local'; and '¿Qué tamaño es tu empresa?' with options for 'Pequeña', 'Mediana', and 'Grande'. At the bottom left, there is a section for 'Categorías Relacionadas' listing 'Comisionados de Itúba' and 'Software Contable, Administrativo y Financiero'.

Nota. Adaptado de Guía TIC (s.f.). ¿Qué es la guía TIC?. <https://quiatic.com/>

Cabe mencionar que existen ofertas de apoyo a la adopción de tecnologías en la nube a través los grandes proveedores tecnológicos: Amazon Web Services, Azure, Google Cloud Platform GCP, IBM cloud, Oracle y Alibaba. Según un estudio de Flexera, AWS es la nube más adoptada a nivel global por las pequeñas y medianas empresas, como se puede ver en la figura 8 (Tecnozero, s.f.).

Figura 8 Tasas de adopción de nube de las Pequeñas y Medianas empresas - 2022



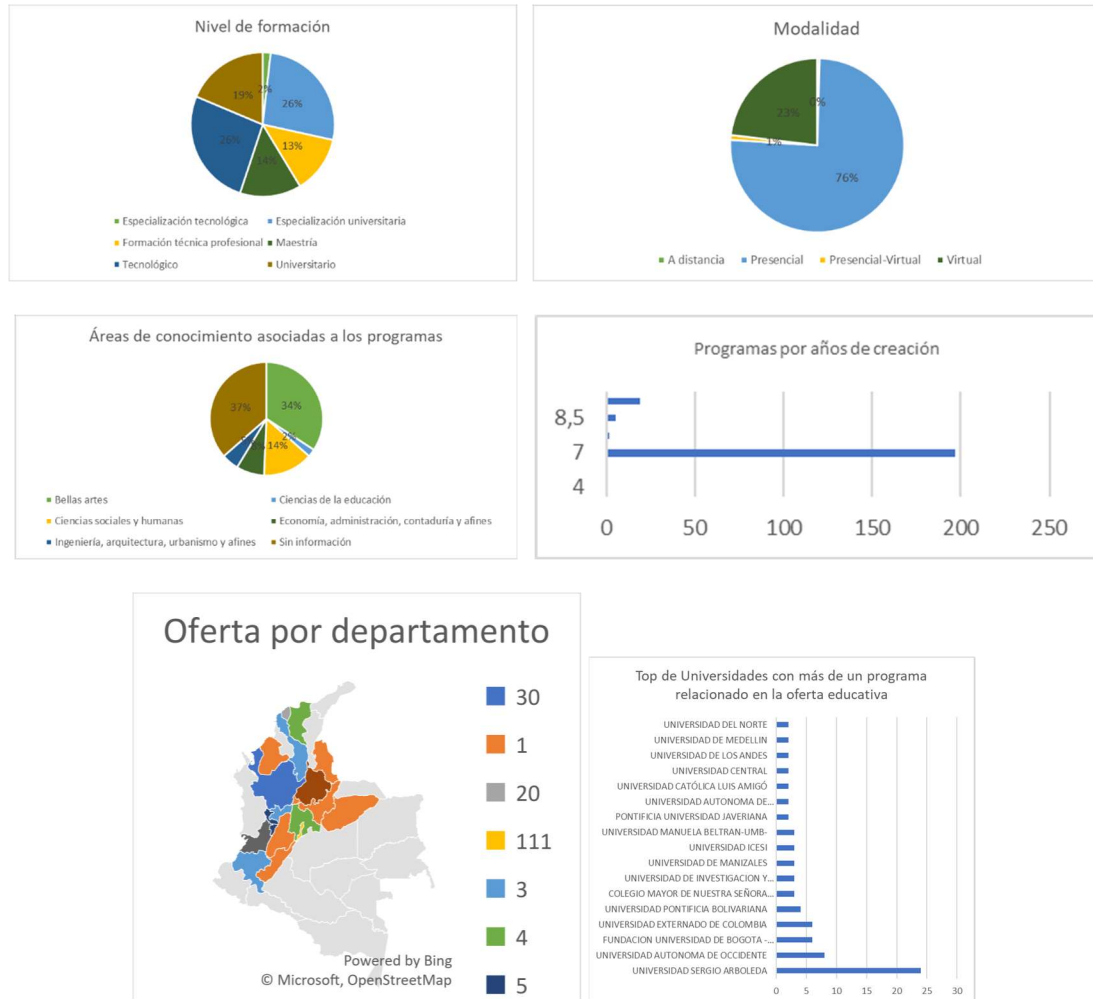
Nota. Adaptado de Tecnozero (s.f.). AWS vs. Azure vs. Google Cloud: tendencias de gasto en la nube pública 2022. <https://www.tecnozero.com/blog/aws-vs-azure-vs-google-cloud-tendencias-de-gasto-en-la-nube-publica-2022/>

Esta información denota la importancia de la oferta de soluciones nacional como motor de la economía y crecimiento para satisfacer las necesidades de las empresas internas y desarrollo del sector TIC con una proyección global. Sin embargo, también es importante resaltar que existe una oferta relevante global que permite acelerar adopción con capacidades globales.

Academia y universidades. Las instituciones de educación superior cumplen un papel clave en la generación de una oferta relevante para la formación profesional y especializada del capital humano que lidera y aporta en el desempeño empresarial. A través de una consulta de los programas asociados con el término “Digital” en el Sistema Nacional de Información para la Educación superior en Colombia SNIES (2023), se identifican 80 instituciones de educación superior en Colombia que ofrecen en total 225

programas asociados a la temática. En la figura 9 se presenta una radiografía de la oferta identificada:

Figura 9 Análisis de oferta de educación superior en Colombia por: Nivel de formación, modalidad área de conocimiento, distribución geográfica.



Nota. Sistema Nacional de Información para la Educación superior en Colombia SNIES (2023). Recuperado de <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>

En la figura 9 se pueden identificar las siguientes características de la oferta académica asociada a temáticas digitales:

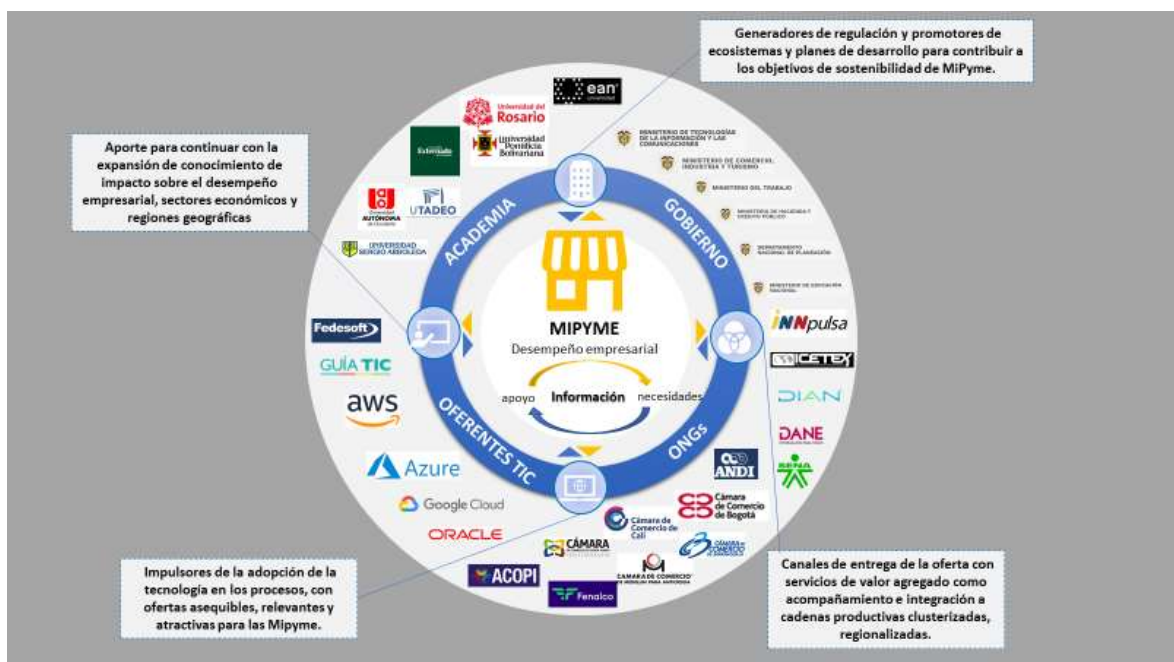
- Nivel de formación: Más del 50% de la oferta es de nivel Especialización Universitaria y Tecnológico, seguido por un 19% de oferta de nivel Universitario.
- Modalidad: El 76% corresponde a una modalidad Presencial.
- Oferta por departamento: Casi el 50% de la oferta se concentra en Bogotá y 12% en Antioquia. El resto de oferta está dispersa en otros 17 departamentos. Es de resaltar que toda la zona sur del país no tiene oferta, así como otros departamentos específicos en otras zonas.
- Costo de los programas: El valor promedio de la matrícula por período es de aproximadamente \$6.500.000
- Área de conocimiento asociada al programa: El área con mayor cantidad de programas está clasificada como “Bellas Artes” con el 35%, cubriendo programas asociados a las ramas de diseño y comunicación. Un porcentaje similar no tiene clasificación definida, en donde se observan aspectos de Marketing, administración, producción y publicidad.
- Número de programas de la oferta por Institución Educativa: De las 80 instituciones de educación superior, 35 son Universidades. De ellas, 17 tienen una oferta de más de un programa asociado a la temática. Se resaltan por tener más de 5 programas: a) Universidad Sergio Arboleda, b) Universidad Autónoma de Occidente, c) Jorge Tadeo Lozano y d) Universidad Externado de Colombia.

Es importante mencionar que además de esta oferta académica formalizada, tal como se observó en los capítulos anteriores, existen programas de formación cortos o específicos que son promovidos por el gobierno, centros de transformación digital, proveedores de soluciones TIC y otras plataformas de contenido.

Estrategia global de impulso de las MiPyme en el ecosistema, desde sus roles y las conexiones de valor

Habiendo realizado una identificación de los principales participantes, sus roles, aportes y organización en el ecosistema de desarrollo de las MiPyme, se puede establecer una estrategia multidimensional en la que la información descriptiva y prospectiva del desempeño empresarial puede realizar un aporte movilizador que potencie las estrategias y aportes de cada participante, creando un punto de colaboración central en el que la información sobre necesidades e impacto en el desempeño empresarial pueda retroalimentar al sistema con ofertas y programas de apoyo con resultados relevantes, como se observa en la figura 10.

Figura 10 Estrategia global de impulso al ecosistema de apoyo a la MiPyme.



Nota: Elaboración propia.

Considerando que la estrategia planteada tiene como punto central el flujo de información en el ecosistema, donde el desempeño empresarial de la MiPyme es el

punto convergente en el que los demás participantes pueden recoger las necesidades actuales y futuras, la creación de un modelo para que tanto las MiPyme como los demás actores puedan hacer análisis y tomar decisiones sobre programas de apoyo, ofertas y acciones que beneficien su impacto económico.

Además de la identificación de impacto de programas debido a la caracterización demográfica de las empresas, se identifican preguntas que el modelo permitiría resolver y que son clave para la retroalimentación a los actores:

- ¿Cuáles son los factores sectoriales y regionales que impactan el desempeño empresarial? Esto permitiría identificar los puntos de necesidades por industria y por región para desarrollar planes localizados y por clústers de cadenas productivas de la industria.
- ¿Cuáles el estado de adopción de las tecnologías por cada proceso de su cadena de valor? Esta información ayudaría a identificar las mayores necesidades de oferta tecnológica.
- ¿Cuál es el nivel de adopción de comercio electrónico? Esto permitiría identificar las perspectivas de las empresas sobre las estrategias de negocio digital y comercio internacional.
- ¿Qué tan preparado está el liderazgo y el talento humano en competencias digitales? Este enfoque podría entregar información sobre necesidades de capacitación y desarrollo de competencias digitales.

Fase 2 - Análisis de los Modelos de Madurez de Transformación Digital a los que Tienen Acceso las Microempresas

En esta fase del proyecto, se busca generar un modelo base que sirva para el desarrollo del estudio de variables asociadas a la transformación digital que impactan el desempeño empresarial de las microempresas. Al respecto, en el marco teórico del presente proyecto se identificaron dos realidades:

1) A nivel global se identifican más de 20 MMTD (Minh, 2022) con múltiples enfoques que representan distintas oportunidades pero también desafíos sobre su aplicabilidad en el contexto colombiano y el segmento de microempresas.

2) Las empresas en Colombia tienen a su disposición algunos diagnósticos como el de la Cámara de Comercio de Bogotá (Cámara de Comercio de Bogotá, s.f.), el de los Centros de Transformación Digital de Innpulsa (Innpulsa Colombia, s.f.), y el Chequeo Digital del gobierno chileno y el BID (Digitaliza Tu Pyme, s.f.). Sin embargo ninguno de ellos realmente está acotado a microempresas.

Por lo anterior, en este capítulo se procede a realizar una revisión de los modelos que se tienen a disposición, seleccionar uno de base y aplicar un proceso de mejora o complemento con base en los modelos globales, para que al final de esta fase se obtenga una propuesta de MMTD aplicable a Microempresas colombianas y que sirva de modelo para conducir el estudio de analítica de la información de la Fase 3.

Análisis de los MMTD principales a los que tienen acceso las microempresas colombianas para la selección de un modelo de base

A continuación se presenta una comparación general entre los tres modelos disponibles para las microempresas colombianas con el fin de realizar la selección de la base más adecuada para el modelo a proponer.

Los modelos a analizar son:

- Modelo 1: Diagnóstico de la Cámara de Comercio de Bogotá (Cámara de Comercio de Bogotá, s.f.)
- Modelo 2: MMTD de los Centros de Transformación Digital de Innpulsa (Innpulsa Colombia, s.f.)
- Modelo 3: Chequeo Digital del gobierno chileno y el BID (Digitaliza Tu Pyme, s.f.) (TecnopymesCL, 2022)

Los factores de comparación se han adaptado de las categorías definidas por Minh (2019), realizando algunas modificaciones en elementos que aporten la relevancia sobre Microestablecimientos colombianos, de tal forma que se identifican dos grandes grupos de puntos de comparación: 1) Características descriptivas, representadas en la figura 11 y 2) características de contenido y aplicación, representadas en la figura 12.

Cabe aclarar que la clave de colores del análisis no hace referencia a que el MMTD por si mismo sea bueno o malo, sino que está orientado a identificar una mayor pertinencia (verde) o menor pertinencia (rojo) a ser modelo base para este estudio, o en el caso de presentar elementos similares se asigna el color amarillo.

Figura 11 Comparación de pertinencia de cada modelo – Características descriptivas

Modelo	Año de generación	Alcance	Cubrimiento regional para Colombia	Capacidad de acciones de la institución para sobre microempresas colombianas	Empresas que lo han aplicado
1 CC Bogotá	2019	Empresas colombianas: Grandes y MiPyme	Enfocado en las empresas de Bogotá y Cundinamarca	CC Bogotá	No disponible.
2 CTDE	2019	MiPyme Colombianas	21 departamentos de Colombia	Innpulsa Colombia, MinTIC, MinCIT	Casi 20.000 empresas desde su creación (cifra pública tomada el 04 de Marzo de 2023)
3 Chequeo digital	2019	Centrado en Pequeñas y medianas empresas, pero atiende micros.	Nació en Chile y se extendió en 2022 a países de Latinoamérica por el BID, apenas se está estructurando para Colombia	Ministerio de Economía de Chile, Fundación País Digital de Chile (FPD) y BID	Casi 18.000 (cifra tomada de nota de prensa de Julio de 2022)

Nota: Elaboración propia.

Figura 12 Comparación de pertinencia de cada modelo – Características de contenido y aplicación

Modelo	Propósito del modelo (Descriptivo ó prescriptivo)	Fuente de metodología (consultoría, academia, asociación)	Enfoque (Multidimensional o especializado)	Medición de madurez (Escalonada, continua, ponderada)	Forma de evaluación (Cuantitativa o cualitativa)	Canal de acceso y asesoría para su respuesta	Enfoque sectorial / diferenciación por segmento	Integración del modelo con un proceso de atención
1 CC Bogotá	Descriptivo	Asociación, creado desde el expertise de la CC Bogotá	Multidimensional - general: Estrategia empresarial, Financiero, General, Mercadeo y Ventas y Producción y Calidad.	Continua, con porcentajes de 1% a 100%	Cualitativa	Autodiagnóstico web.	Se puede realizar para creación de empresa o para fortalecimiento.	Integrado con servicios de la CC Bogotá,
2 CTDE	Descriptivo	Consultoría y estudios nacionales de gobierno.	Multidimensional desagregado: Procesos (5 bloques), componentes digitales (tecnologías) y componentes habilitadores (liderazgo y cultura)	La dimensión de procesos identifica en 4 niveles la criticidad estratégica, que genera un factor ponderado sobre la dimensión de habilitadores digitales (escalonada de 1 a 5). La dimensión de habilitadores se califica de 1 a 4 de forma general, excepto que la empresa esté en ruta de escalamiento.	Cualitativa	Personalizado a través de un consultor. Puede atender presencial o virtual.	General, con ruta diferenciada para descubrimiento, aceleración de crecimiento y escalamiento.	Integrado con ruta de acciones de transformación digital por dimensión
3 Chequeo digital	Descriptivo	Consultoría y estudios nacionales de gobierno.	Multidimensional - general: Tecnología y habilidades digitales, comunicaciones y canales de venta, organización y personas, Estrategia y transformación digital, Datos y analítica y Procesos	Escalonada, se califica cada capacidad de la dimensión en puntajes de 1 a 5.	Cualitativa	Autodiagnóstico por formulario web	General	Orienta a oferta del programa, pero no está automáticamente integrado

Nota: Elaboración propia.

En la figura 13 se presenta una gráfica comparativa de los resultados, realizando una homologación cuantitativa: 0 puntos si no se tiene información, 1 punto a los rojos, 2 puntos a los amarillos y 3 a los verdes, de esta forma se obtiene una mayor claridad sobre los resultados del análisis, identificando cuál es el modelo que al obtener más puntos presenta mejores características como punto referencial.

Figura 13 Representación numérica de la comparación de pertinencia de cada modelo para ambos grupos de características.

Modelo	Descripción	Contenido y aplicación	TOTAL
1 - CC Bogotá	1.6	2	3.2
2 - CTDE	2.6	2.625	6.825
3 - Chequeo digital	1.6	2	3.2

Nota: Elaboración propia.

Según lo anterior, se concluye que el modelo más pertinente para ser utilizado como base referencial para desarrollar el modelo objetivo del presente estudio es el Modelo de Madurez de Transformación Digital MMTD de Innpulsa Colombia. En el siguiente apartado se procede a profundizar en este modelo con el fin de capturar los elementos que van a ser objeto de potenciación frente a los modelos referenciales identificados en el marco teórico de este proyecto.

Modelo de Madurez de Transformación Digital MMTD de Innpulsa Colombia.

Este modelo se presenta como una evolución de modelo de madurez de digitalización desarrollado por el MinTIC en el marco de la estrategia MiPyme Digital 2017 y 2018, y es el marco de evaluación que aplican los Centros de Transformación Digital Empresarial que operan a través de Cámaras de comercio, Gremios e Instituciones Educativas, y a la fecha, ha prestado servicios a más de 40.000 MiPyme en 21 departamentos del país Centros de Transformación Digital Empresarial CTDE (2019). El proceso de intervención a la MiPyme se presenta en la figura 14.

Figura 14 Esquema de intervención de la MiPyme en los CTDE



Nota. Tomado de CTDE (2019). Modelo de Madurez para la Transformación Digital – MMTD. https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

La definición del MMTD según (Innpulsa Colombia, s.f.) es la siguiente:

Está enfocado en evaluar integralmente la arquitectura de todos los procesos y capacidades empresariales, que permite identificar del nivel de digitalización (negocio digital) y de los componentes estratégicos y culturales (habilitadores) en los procesos de la cadena de valor de la empresa, para que, a partir de ello, se establezcan procesos de Transformación Digital y la mejora de las competencias TIC que deriven en un incremento del desempeño empresarial.

Conforme a la descripción que se presenta en CTDE (2019), el modelo se aplica en 3 componentes, como se presenta en la figura 15.

Figura 15 Componentes del modelo de intervención de la MiPyme en los CTDE



Nota. Tomado de CTDE (2019). Modelo de Madurez para la Transformación Digital – MMTD. https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

A continuación se hace un breve resumen de cada elemento:

- Criticidad del negocio frente a cada uno de las cinco categorías de procesos empresariales, lo cual permite focalizar los análisis a la luz del impacto esperado de la transformación en el punto donde la empresa soporta su promesa de valor y en el contexto del sector económico al que pertenece, y así identificar las oportunidades y amenazas para la competitividad, buscando que la transformación digital tenga un resultado estratégico. Esta conceptualización se presenta en la figura 16.

Figura 16 Conceptualización del mapa de procesos genérico del MMTD de Innpulsa



Nota. Tomado de CTDE (2019). Modelo de Madurez para la Transformación Digital – MMTD. https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

- Dimensión de digitalización, en la cual se diagnostica la adopción de tecnologías digitales para que la empresa tenga un mejor desempeño en sus procesos. La calificación asignada en la evaluación se realiza desde un nivel 1 a 4, según las condiciones que se identifiquen en cuanto a la forma de interactuar, la mecanización y la inteligencia e información. La tabla de guía de calificación se presenta en la figura 17.

Figura 17 Guía para la calificación de la dimensión de Digitalización del MMTD

Clasificación	INTERACCIÓN	MECANIZACIÓN	INTELIGENCIA
Nivel Digitalización	Descripción	Relación con otras personas o agentes	Operatividad y gestión
1.0	Medios exclusivamente Físicos	Ejecución Manual	Únicamente Análisis humano
2.0	Herramientas Reactivos	Documentos y Datos Digitalizados, sin colaboración entre áreas	Análítica y explotación de datos a posteriori
3.0	Herramientas Proactivos	Flujos automatizados entre áreas, procesos integrados dentro de la empresa	Análítica y explotación de datos en tiempo real
4.0	Herramientas que habilitan procesos bidireccionales/ Interactivos / Colaborativos	Procesos Flexibles que se encuentran Integrados entre áreas y con clientes/proveedores externos	Sistemas predictivos / identificación de patrones

Nota. Tomado de CTDE (2019). Modelo de Madurez para la Transformación Digital – MMTD. https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

- Dimensión de habilitadores para la transformación, en la que se evalúa la adopción de elementos asociados a mentalidad, conocimiento y cultura, que crean un entorno propicio para facilitar y acelerar la transformación digital. La figura 18 presenta los elementos evaluados, los cuales se califican de 1 a 5.

Figura 18 Modelo de categorías de la dimensión de Habilitadores del MMTD

Categorías de Habilitadores	Habilitadores
Modelo de Negocio, estrategia y gobierno digital	1. Nivel Estratégico de la Transformación Digital y Gobierno Digital
	2. Nuevos Modelos de Negocio
	3. Ruta de Transformación Digital
Organización, competencias y cultura digital	4. Desarrollo de competencias digitales
	5. Organización para la Transformación Digital
	6. Innovación digital
Vigilancia y seguimiento de la Tecnología	7. Identificación de la tecnología crítica
	8. Dominio de la tecnología
	9. Gestión de proyectos de Transformación Digital

Nota. Tomado de CTDE (2019). Modelo de Madurez para la Transformación Digital – MMTD. https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

Una vez realizada la evaluación para los tres componentes, el resultado se representa en un diagrama de tres dimensiones que tiene como objetivo plantear una ruta de acción para mover los procesos más críticos hacia la parte derecha superior del diagrama que representa una mayor madurez. En la figura 19 se presenta un ejemplo de evaluación realizada y el foco de acción resultante, en este caso para el proceso de Relación con el Cliente.

Figura 19 Representación gráfica de un ejemplo de resultado del diagnóstico del MMTD de Innpulsa



Nota. Tomado de CTDE (2019). Modelo de Madurez para la Transformación Digital – MMTD. https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

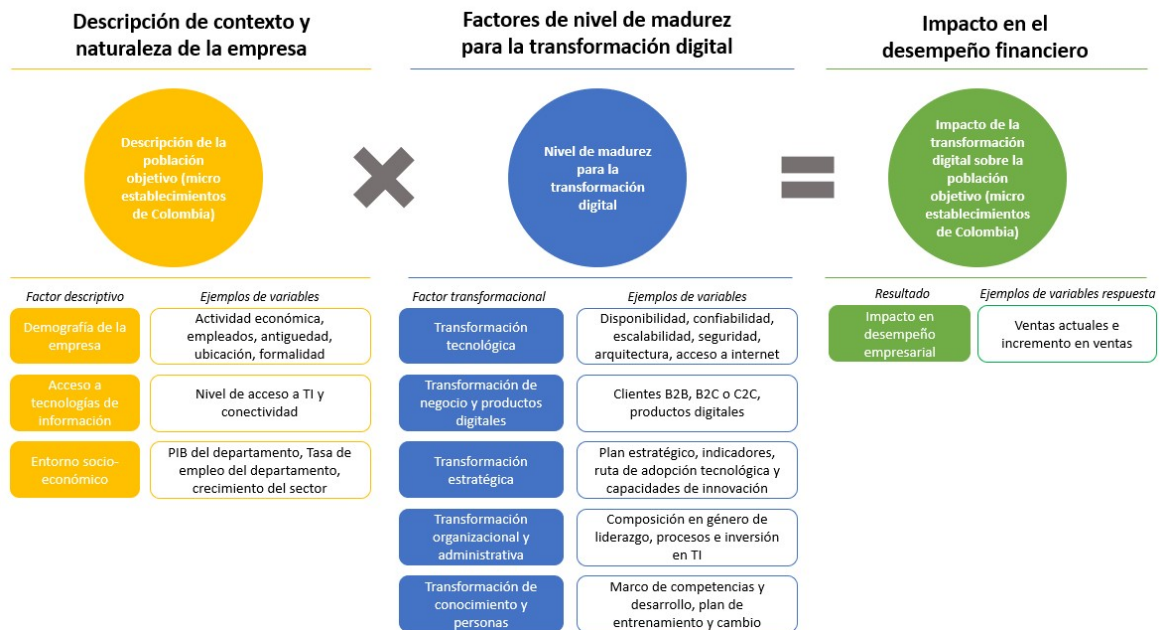
Marco general del MMTD a aplicar en el proyecto y recomendaciones para los grupos de interés

Al respecto del MMTD de Innpulsa Colombia, se resalta que, aunque es un modelo muy práctico, con cobertura nacional y que se viene aplicando hace varios años, está enfocado en tener una información descriptiva (sintomática) para generar una

recomendación de rutas de acciones. Debido a que este estudio busca generar un modelo de correlación entre factores de transformación digital y el desempeño empresarial, si bien sirve de base, no corresponde al modelo requerido.

Por lo anterior, se toma el MMTD de Innpulsa Colombia y se incorporan las variables recogidas en el marco teórico como parte de las referencias globales de modelos de madurez y el modelamiento que realiza (Teng et al, 2022) para generar el marco integrado referencial que se aplicará para el desarrollo del análisis del proyecto, como se presenta en la figura 20.

Figura 20 Marco integrado referencial propuesto con factores y variables de respuesta



Nota: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 20, el marco propuesto se centra en analizar dos fuentes de factores y un punto focal de análisis de resultados:

- 1) Factores que describen la naturaleza de la empresa y su contexto de desarrollo empresarial. Son factores que se encuentran por fuera de la gestión o decisión del

empresario, excepto que cambie de negocio. Este contexto permite diferenciar las condiciones que tienen los empresarios, según la región o tipo de negocio que desarrolla.

- 2) Factores que reflejan el nivel de madurez de la transformación digital con impacto en cada una de las dimensiones empresariales. Estos factores son desarrollados por decisión del empresario como parte de su actividad. Estos pueden ser influenciados por el ecosistema y por lo tanto serán las variables de foco transformacional de los programas de apoyo y desarrollo.
- 3) Impacto de la transformación en términos de resultados empresariales. Este elemento puede ampliarse a muchas variables de impacto de crecimiento empresarial como puede ser la rentabilidad, ventas, innovación, costo-eficiencia, entre otros, sin embargo este estudio se centrará en una variable de respuesta centrada en las ventas.

Esta vista general del modelo, genera un primer insumo para identificar brechas y oportunidades de fortalecimiento de los MMTD para microempresas colombianas y recomendaciones para los grupos de interés relacionados en la estrategia global de impulso de las MiPyme en el ecosistema, desde sus roles y las conexiones de valor, formulada en la Fase 1.

Brechas y oportunidades de fortalecimiento de los MMTD para empresas colombianas y recomendaciones para los actores del ecosistema. La brecha identificada más importante es la falta de alineación entre todo el ecosistema para generar un punto de diagnóstico y ruta integrada para las empresas colombianas. La empresa se enfrenta a conceptos heterogéneos que generan confusión, sumado a la atomización de la oferta que no presenta una ruta articulada que apalanque la

transformación. Esto último representa duplicidad de labores entre los actores generando una ineficiencia de los esfuerzos para entregar apoyo a las empresas. Por lo anterior, a continuación se presentan recomendaciones para el ecosistema:

- Establecer una alianza entre los actores (academia, gremios, gobierno) para generar un modelo nacional de madurez para la transformación digital y que esté habilitada por un programa de gestión centralizada y aplicación regional. Es clave la continuidad del programa, su continua evolución e inversión. Además los resultados deben ser comunicados de manera transparente con el ecosistema para que éstos sirvan para hacer comparativos anuales y facilitar decisiones.
- Crear rutas de maduración especializadas por segmentos empresariales, donde los actores más relevantes puedan articular oferta según la caracterización de la madurez.
- Impulsar el desarrollo del contexto con incentivos sectoriales a partir de la participación en el programa para focalizar esfuerzos en aquellos sectores (regionales y económicos) que presentan mayores brechas para la transformación digital, considerando aquellos empresarios que demuestran más potencial y enfoque para desarrollar sus rutas dentro del ecosistema, así como incentivos a los actores del ecosistema con ofertas más aportantes frente al impacto generado en las empresas.

Fase 3 - Desarrollo de un Modelo Conceptual de Predicción de Impacto en las Ventas de los Microestablecimientos a partir de los Factores de Transformación Digital

Siguiendo el modelo de analítica que presenta Kimball en (Forero-Castañeda y Sánchez-García, 2021), ya se tienen los parámetros de negocio, planteados en los objetivos del proyecto y las fases previas. Por lo cual, se puede plantear la ejecución de la fase de desarrollo desde dos perspectivas mutuamente dependientes: 1) El esquema habilitador, siendo este la arquitectura de analítica y su preparación tecnológica, y 2) La ejecución propiamente del modelo, abordando el modelo dimensional de los datos, el modelo físico, la ejecución del proceso ETL y la visualización.

Esquema habilitador

El modelo de la arquitectura de analítica a seguir como entorno habilitador del proyecto consta de cinco etapas que determinan el flujo de extracción, transformación, carga y visualización de los datos.

Fuentes de origen de los datos. Corresponde al inventario de las fuentes de datos que corresponden al “Modelo general de factores de predicción y variables de respuesta para el estudio” descrito en la Fase 2. A partir de las fuentes se realiza la confirmación de acceso para la extracción de datos y una preparación en caso de requerirse.

Ingesta. Corresponde a la extracción de datos de las fuentes, así como también la creación de bases de datos para área de staging, que es el área en donde se hace una transformación de datos orientados a la calidad para el tratamiento.

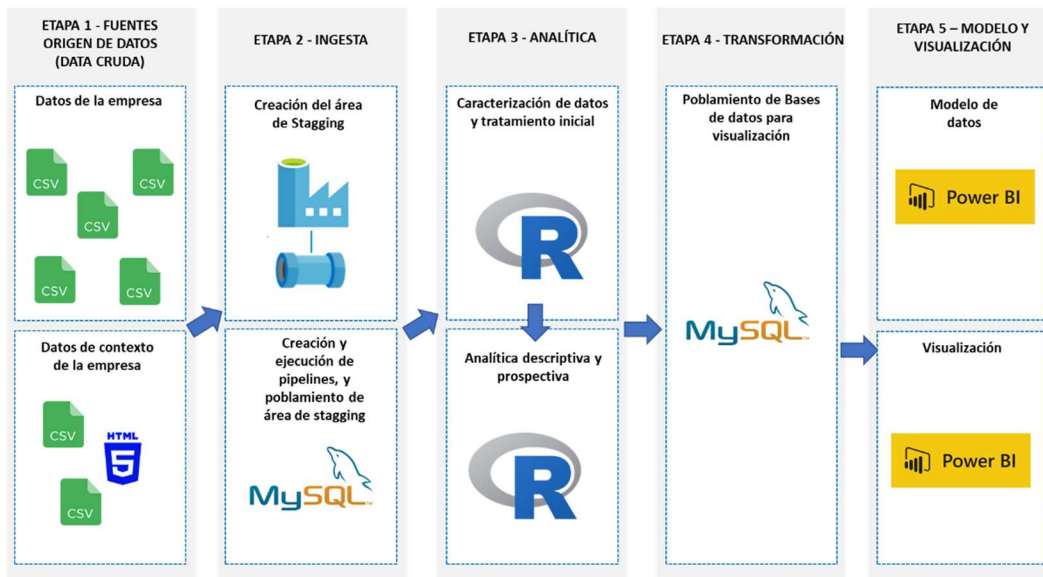
Área de staging. Se realiza el poblamiento de las bases de datos en staging, una caracterización de las fuentes, descripción de los datos, selección de aquellos relevantes para el modelo, preparación de tablas para el modelo y disponibilizarlas para tratamiento productivo. Una parte en esta etapa es la realización de análisis descriptivo y prospectivo sobre la variable objetivo de estudio, en este caso es la variable Ventas y su análisis de variación frente a las características de transformación digital que se pueden identificar en la empresa.

Transformación. Se realizan procesos de tratamiento complementarios sobre las tablas con foco en el modelo de información. Una vez desarrollado este proceso, se realiza una carga en bases de datos que será el dedicado para la visualización.

Visualización y análisis final sobre el modelo. Se generan las gráficas correspondientes a la información del área denominada como productiva y se aplica, prueba y refina el modelo prospectivo, que corresponde a uno de los objetivos clave del estudio.

En la figura 21 se presenta el esquema habilitador descrito, incluyendo etapas, actividades y herramientas tecnológicas de soporte de cada actividad.

Figura 21 *Modelo general de factores de predicción y variables de respuesta*



Nota: Elaboración propia.

Ejecución del modelo

En este capítulo se desarrolla cada una de las etapas descritas en el modelo previo.

Etapas 1 - Fuentes de origen de los datos (Data Cruda). Se identificaron 15 fuentes y datasets a partir de la lista de fuentes potenciales planteadas inicialmente en la metodología, así como una revisión específica de la estructura de los datos para su extracción, las cuales se presentan en la tabla 6. Esta selección tomó en cuenta la disponibilidad de los datos más recientes, la disponibilidad y acceso y la completitud requerida para el objetivo del trabajo. Cabe mencionar que estos datos se actualizan anualmente, pero su procesamiento y publicación hacen que la versión más reciente disponible sea del 2019.

Tabla 6 Fuentes de origen de datos

# Fuente	Fuente	Dataset	Formato	Enlaces	Estado para extracción
----------	--------	---------	---------	---------	------------------------

ESTUDIO SOBRE EL ESTADO DE LAS CAPACIDADES DIGITALES DE MICROESTABLECIMIENTOS COLOMBIANOS Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO EMPRESARIAL

1	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	0. Módulo de identificación y clasificación económica	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
2	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	1. Módulo de emprendimiento	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
3	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	2. Módulo de sitio o ubicación	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
4	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	3. Información del propietario(a)	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
5	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	4. Módulo de personal ocupado	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
6	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	5. Módulo de características del micronegocio	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
7	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	6. Módulo de TIC	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
8	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	7. Módulo de inclusión financiera	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
9	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	8. Módulo de costos, gastos y activos	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
10	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	9. Módulo de ventas o ingresos	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
11	DANE - Encuesta de micronegocios, 2019 (Microdatos)	10. Módulo de capital social	.csv	https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description	Estructurado, listo para la carga
12	Producto Interno Bruto PIB por departamento y por actividad económica	Anexo 2021 preliminar PIB total por departamento	.xlsx	https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-	Estructurado pero requiere limpieza de

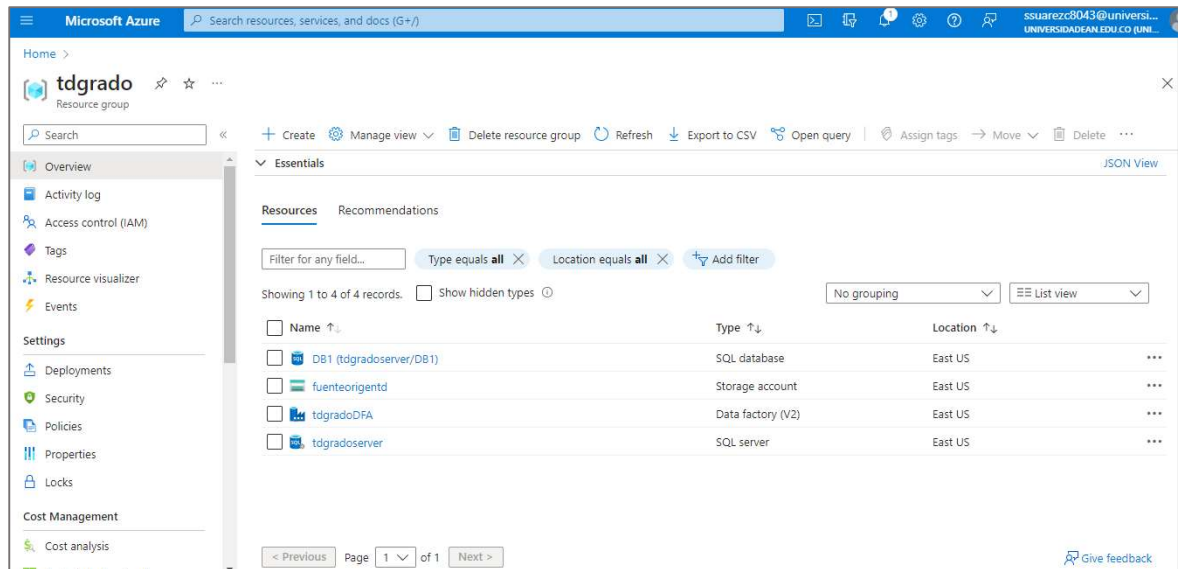
				nacionales/cuentas-nacionales-departamentales	datos no requeridos
13	Producto Interno Bruto PIB por departamento y por actividad económica	Anexo 2021 preliminar PIB total por actividad económica	.xlsx	https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales	Estructurado, pero requiere filtrado para el año de interés y reorganizar para hacer la identificación de las actividades económicas
14	Índice de Brecha Digital por departamento. Contiene 5 datos: <ul style="list-style-type: none"> • Índice global • Motivación (superar barreras para tomar decisiones) • Acceso Material (acceso a TICs) • Habilidades digitales • Aprovechamiento (frecuencia, uso y propósitos) (MINTIC, 2020) 	Índice de Brecha Digital por departamento.	.html transcrito a .xlsx	https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-385417.html	Estructurado en la visualización de la página web pero requiere hacer la transcripción manual de los datos porque no permite la extracción directa
15	Mercado Laboral por departamentos	Tasa de ocupación y desempleo por departamento	.xls	https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ml_documento/anexo_dep_21.xls	Estructurado, requiere filtrar el año de interés y reorganizar por departamento

Los archivos que aún no están listos para la extracción, son preparados y subidos a la nube para realizar desde ahí la extracción hacia staging y para análisis preliminar.

Etapa 2 – Ingesta (Creación del área de Staging). Se procede a crear el entorno de trabajo en Microsoft Azure bajo la cuenta de Microsoft de la Universidad EAN de ssuarezc8043@universidadean.edu.co realizando la estructura de recursos que se presenta en la figura 22 y se describe a continuación:

- Suscripción de tipo estudiantil y con enfoque en el aprovechamiento de la nube y los servicios en el free tier, denominada como “Propia”.
- Grupo de recursos que comparten permisos y relación, denominado “tdgrado”.
- Servidor SQL desplegado para crear las bases de datos del proyecto: `tdgradoserver.database.windows.net` , con usuario de administrador de SQL: “ssuarez”
- Base de Datos SQL desplegada para área de trabajo staging y producción, con nombre “DB1”
- Cuenta de almacenamiento (storage account), con nombre “fuenterorigentd”. Dentro de esta cuenta se crean dos contenedores de archivos (Blob container):
 - “fuentesorigenrawdata”. Almacena las fuentes de origen en la nube con los archivos con datos crudos tal como se accedieron desde las fuentes.
 - “fuentesorigen”. Almacena las fuentes de origen en la nube que fueron preparadas para proceder a la extracción.
- Azure Data Factory: Se crea la instancia del espacio ADF con nombre “tdgradoDFA”, que será utilizada para los procesos de ETL.

Figura 22 *Plataforma de base creada en la nube de Azure para soportar el proyecto*

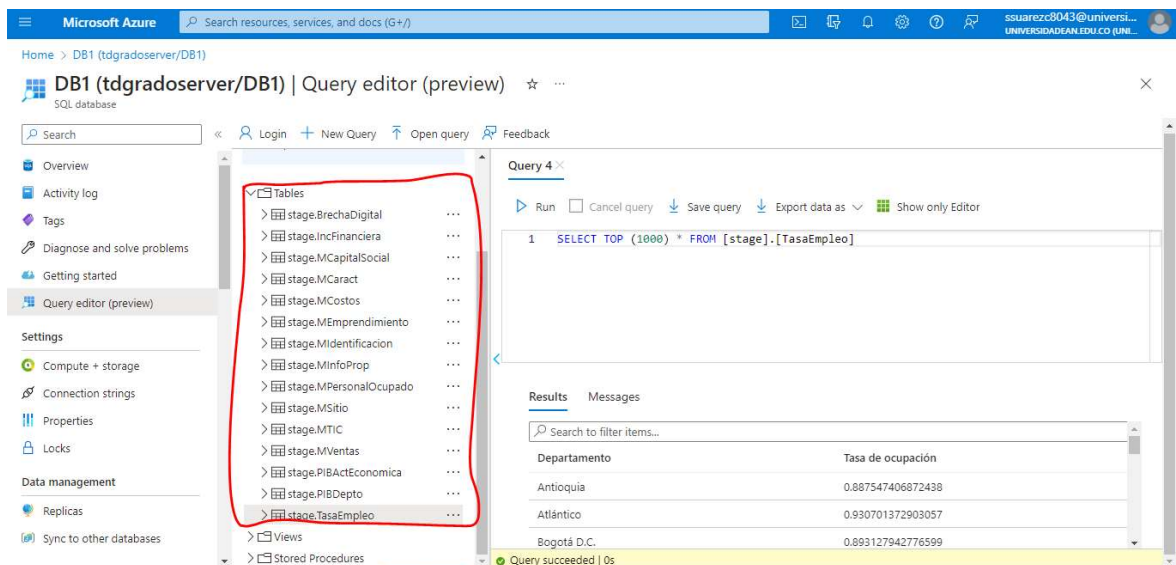
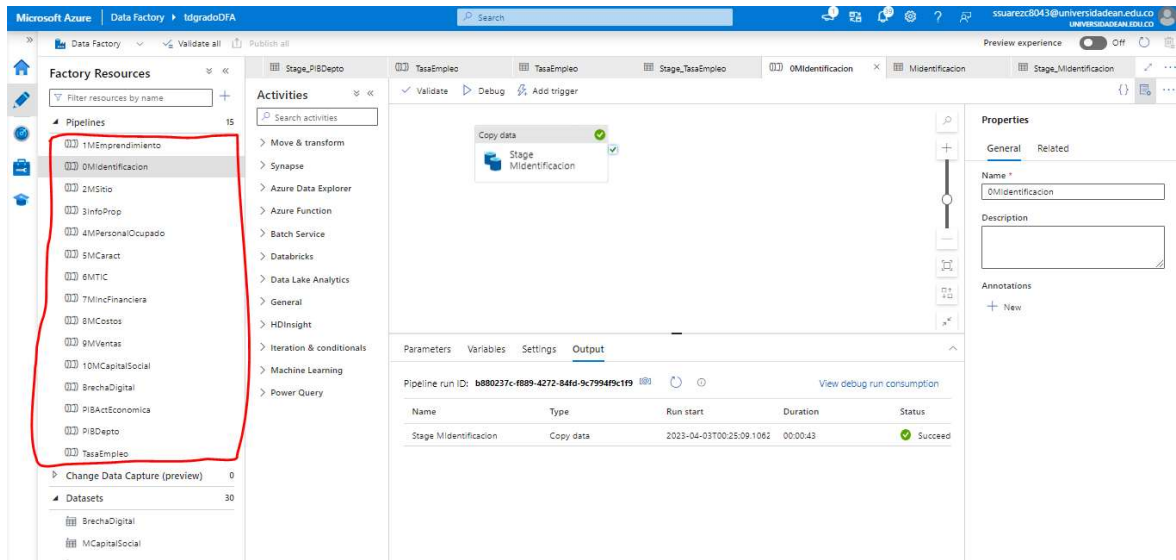


Nota: Elaboración propia.

Etapas 2 – Ingesta (Creación y ejecución de pipelines, y poblamiento de área de staging). Tiene los pipelines creados para realizar la extracción de los datos de los archivos fuente y dejarlos disponibles en el área de staging para su manipulación. Este paso es clave para realizar las transformaciones que se realizan en un área separada de los archivos fuente, ya que éstos podrían ser utilizados para otros propósitos.

En la figura 23 se observan los 15 pipelines de extracción y copia a stage correspondientes a los 15 archivos fuente recopilados para ser procesados.

Figura 23 *Pipelines de extracción visualizados en Azure Data Factory y las correspondientes bases de datos visualizadas en Query Editor*



Nota: Elaboración propia.

Etapa 3 – Análisis (Caracterización de datos y tratamiento inicial)

Con el apoyo de la herramienta RStudio se realizó un proceso de conexión ODBC con el servidor SQL para acceder y extraer las tablas de staging, de tal forma que cada una de ellas fue caracterizada, limpiada y analizada para identificar los datos relevantes del

proyecto de cada una, se hizo una visualización preliminar de los datos y finalmente se crearon o confirmaron los datasets que compondrán el modelo de información.

Todo este proceso está documentado en el IF_Monografia_Sandra Suarez_Anexo 1.html.

A continuación se presenta algunos de los pasos realizados sobre las tablas para ejemplificar el proceso:

- Conexión ODBC para extraer los datos de la tabla de staging, para el ejemplo se presenta el proceso con la tabla stage.MIidentificación que corresponde a los datos de identificación general de la empresa. La conexión realizada se refleja en la figura 24.

Figura 24 Ejemplo de conexión ODBC

2 Identificación de las empresas de la muestra

Esta tabla corresponde a las respuestas del módulo del cuestionario denominado por el DANE como "Módulo de identificación". Su objetivo es identificar al micronegocio en cuanto a la actividad económica, la propiedad de los medios de producción, empleados y edad.

2.1 Conexión ODBC

Se realiza la conexión ODBC con la tabla stage.MIidentificación y se lee una extracción del dataset para revisar que hayan cargado los datos.

```
## DIRECTORIO SECUENCIA_ENCUESTA SECUENCIA_P COD_DEPTO AREA CLASE P35 P241
## 1 4780120 1 1 76 NA 1 1 22
## MES_REF P3031 P3032_1 P3032_2 P3032_3 P3033 P3034 P3035 P3000 GRUPOS4
## 1 ENERO 1 1 0 0 1 14 2 1 4
## GRUPOS12 F_EXP
## 1 12 295,24240408
```

Nota: Resultado tomado del informe en HTML del código en R del proyecto.

- Caracterización sobre el número de registros, columnas, lista de variables y muestra de datos para sondear los registros. El ejemplo se presenta en la figura 25 con la tabla stage.MIidentificación.

Figura 25 Ejemplo de caracterización de tabla.

2.2 Caracterización y selección de variables

Primero se identifica la cantidad de Registros (filas) y de Variables (columnas) que contiene la tabla:

```
## Registros Variables
## 1      86969      20
```

Estas son las variables de la tabla:

```
## [1] "DIRECTORIO"      "SECUENCIA_ENCUESTA" "SECUENCIA_P"
## [4] "COD_DEPTO"      "AREA"              "CLASE"
## [7] "P35"            "P241"              "MES_REF"
## [10] "P3031"          "P3032_1"           "P3032_2"
## [13] "P3032_3"        "P3033"             "P3034"
## [16] "P3035"          "P3000"             "GRUPOS4"
## [19] "GRUPOS12"       "F_EXP"
```

Una muestra de los datos de cada variable se puede observar a continuación:

```
## 'data.frame': 86969 obs. of 20 variables:
## $ DIRECTORIO : int 4780120 4780124 4780125 4780138 4780145 4780146 4780146 4780148 4780148 4780149
## ...
## $ SECUENCIA_ENCUESTA: int 1 1 1 1 1 5 4 1 3 2 ...
## $ SECUENCIA_P : int 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
## $ COD_DEPTO : int 76 76 76 76 23 23 23 23 23 ...
## $ AREA : int NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
## $ CLASE : int 1 1 1 1 2 2 2 2 2 ...
## $ P35 : int 1 1 1 1 1 1 1 2 1 2 ...
## $ P241 : int 22 28 38 53 42 61 64 76 19 42 ...
## $ MES_REF : chr "ENERO" "ENERO" "ENERO" "ENERO" ...
## $ P3031 : int 1 1 2 2 2 2 1 2 2 2 ...
```

Nota: Resultado tomado del informe en HTML del código en R del proyecto.

- Análisis de relevancia de datos para el objetivo con lo cual se realiza la creación de dataset con la selección de variables de interés y limpieza de datos vacíos. En el ejemplo se continua con el caso de la información de identificación de la empresa. Sin embargo, cabe resaltar que en algunas de las tablas este trabajo resultó en la selección de toda la tabla sin tratamiento, o en la decisión de no considerar la tabla para el modelo. En la figura 26 se presenta un ejemplo de identificación de las variables seleccionada para el nuevo dataset.

Figura 26 *Ejemplo de identificación de variables seleccionadas para el modelo, generación de nuevo dataset y limpieza con los datos no existentes.*

Debido a que la tabla tiene un amplio conjunto de variables y no todas representan información para nutrir el modelo, se realiza una selección de las variables claves de esta tabla, haciendo una revisión sobre las descripciones que se encuentran en el diccionario de datos del estudio: <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/data-dictionary>.

Se seleccionan las siguientes variables:

Variable	Descripción	Escala	Naturaleza
Directorio	Código de identificación única de la empresa para el estudio	Ordinal	Cualitativa
COD_DEPTO	Departamento donde se encuentra la empresa	Nominal	Cualitativa
P35	Sexo del propietario del micronegocio	Nominal	Cualitativa
P241	Edad del propietario del micronegocio	Ordinal	Cualitativa
P3032_1	Número de empleados que reciben pago	Ordinal	Cuantitativa
P3034	Meses se operación de la empresa	Ordinal	Cuantitativa
GRUPOS4	Grupos de actividad según CIU Rev 4. agrupado en 4 grupos	Nominal	Cualitativa

Se procede con la identificación de datos perdidos (NA) y eliminación de líneas con estos datos. La cantidad de datos perdidos (identificados como NA) se presenta por variable a continuación:

##	DIRECTORIO	SECUENCIA_ENCUESTA	SECUENCIA_P	COD_DEPTO
##	223089	223089	223089	223089
##	AREA	CLASE	P35	P241
##	223089	223089	223089	223089
##	MES_REF	P3031	P3032_1	P3032_2
##	223089	223089	223089	223089
##	P3032_3	P3033	P3034	P3035
##	223089	223089	223089	223089
##	P3000	GRUPOS4	GRUPOS12	F_EXP
##	223089	223089	223089	223089

Nota: Resultado tomado del informe en HTML del código en R del proyecto.

- Se realiza el proceso de coerción para las variables que pueden tener datos agregados, por ejemplo la variable “Sector económico” se presenta en la figura 27 y es identificada en la tabla con el nombre “GRUPOS4” permite agrupar los registros en cuatro opciones: “Agricultura”, “Comercio”, “Manufactura” y “Servicios”. Como complemento, se hace una gráfica de barras para tener una vista más fácil sobre cómo se describen los datos por algunas de las variables agrupadoras.

Figura 27 Ejemplo de identificación de variables seleccionadas para el modelo, generación de nuevo dataset y limpieza con los datos no existentes.



Nota: Resultado tomado del informe en HTML del código en R del proyecto.

- Durante el análisis al respecto las 15 tablas de las fuentes, se concluyó lo siguiente:
 - Las tablas correspondientes a los módulos de Personal ocupado, Información del propietario y Capital social (3 tablas) no serán tenidas en cuenta en el modelo ya que no aportan información adicional relevante.
 - Las tablas que caracterizan la situación de contexto de la empresa: Producto Interno Bruto PIB por departamento y por actividad económica, así como las del índice de brecha digital y mercado laboral por departamento (4 tablas), no son tratadas en R y se incorporarán al modelo de información en PowerBI, dado que su cantidad de datos es

pequeña y serán analizados con el apoyo de vistas gráficas de la geografía del país.

- Una vez seleccionados los datos de interés de los módulos de Identificación, Emprendimiento, Sitio, Características, TIC, Inclusión Financiera, Costos y gastos y Ventas o ingresos (8 tablas), se procede a construir una tabla maestra. La figura 28 muestra la estructura y características dimensionales de la tabla identificada como “Join”. Se resalta que esta tabla quedó con 31 variables y 3.114 registros, los cuales cumplen la condición mínima del muestreo requerido del proyecto.

Figura 28 *Resultado de las características y variables de la tabla maestra “Join”*

13 Construcción de tabla maestra de datos de la empresa integrada

```
## DIRECTORIO Mid.COD_DEPTO Mid.P35 Mid.P241 Mid.P3032_1 Mid.P3034 Mid.GRUPOS4
## 1 4783835 Meta Hombre 48 0 0.3333333 Comercio
## Mca.P1055 MCo.P3018_C MCo.TotalCG MEM.P3051
## 1 No 700000 6492000 No tiene otra alternativa de ingresos
## MIF.P1570 MSi.P3053 MTi.P4001 MTi.P976 MTi.P2532 MTi.P1559 MTi.P1006_1
## 1 Para Inversión Vehículo No Sí No Sí No
## MTi.P1006_2 MTi.P1006_3 MTi.P1006_4 MTi.P1006_5 MTi.P1006_6 MTi.P1006_7
## 1 No No Sí No No No
## MTi.P1006_8 MTi.P1006_9 MTi.P1006_10 MTi.P1006_11 MTi.P1006_12 MTi.P1006_13
## 1 Sí No No Sí No Sí
## MVe.VENTAS_ANIO_ANTERIOR
## 1 33400000
```

La dimensión de la tabla unificada:

```
## Registros Variables
## 1 3114 31
```

Estas son las variables de la tabla:

```
## [1] "DIRECTORIO" "Depto" "Genero"
## [4] "Edadprop" "Empleados" "EdadEmpresa"
## [7] "Sector" "Formalidad" "InversionI"
## [10] "TotalCG" "RazonCreacion" "RazonCredito"
## [13] "Ubicacion" "UsoComputador" "UsoCelular"
## [16] "PagWeb" "RedesSociales" "IntBusquedaLegal"
## [19] "IntFinanzas" "IntGobierno" "IntServCliente"
## [22] "IntEntregaProds" "IntComprar" "IntVender"
## [25] "IntUsarApps" "IntEmail" "IntBusquedaBienes"
## [28] "IntLlamadas" "IntCapacitacion" "IntMensajeria"
## [31] "Ventas"
```

Una muestra de los datos de cada variable se puede observar a continuación:

```
## 'data.frame': 3114 obs. of 31 variables:
## $ DIRECTORIO :Class 'labelled' int 4783835 4783835 4783835 4783835 4783835 4783835 4783835 4783835 4783835 4783835 ...
## ... LABEL: Id
```

Nota: Resultado tomado del informe en HTML del código en R del proyecto.

- La tabla “Join” es subida nuevamente a la nube desde R con el apoyo de la conexión ODBC, cargando de forma exitosa los datos al área de Stage, como se muestra en la figura 29.

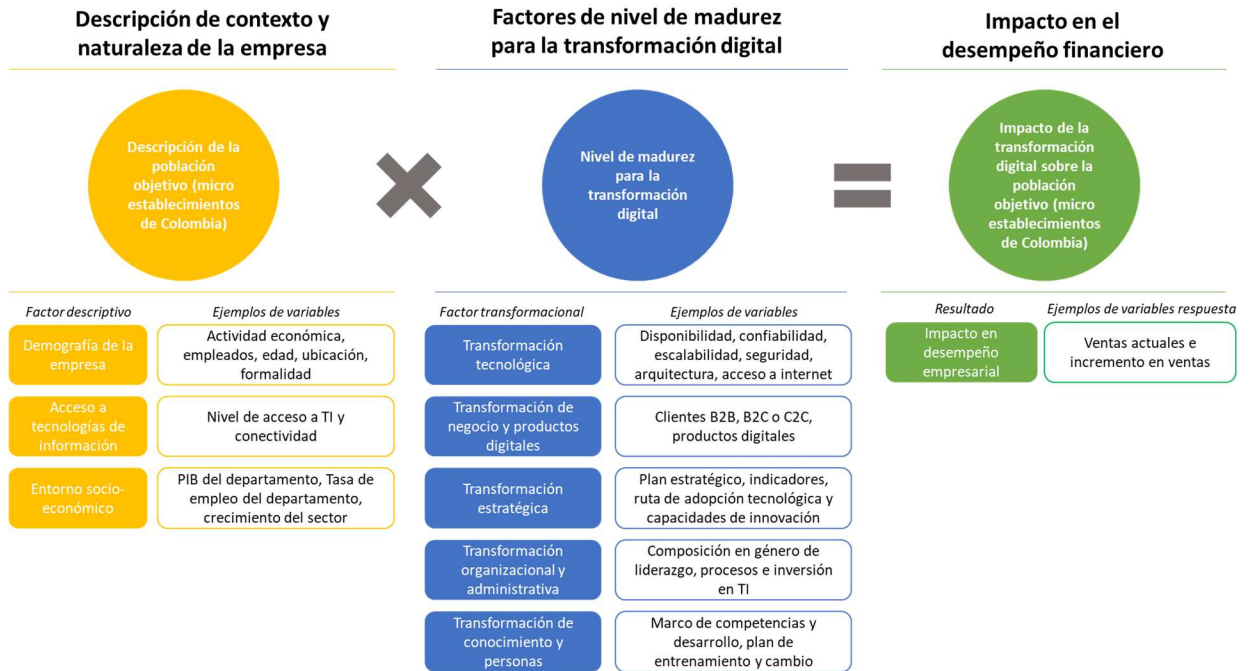
Figura 29 Tabla maestra “Join” cargada exitosamente al área de Stage en la nube.

rownames	DIRECTORIO	Depto	Genero	Edadprop	Empleados	EdadEmpresa	Sector	Formalidad	InversionTI	Total
1	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
2	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
3	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
4	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
5	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
6	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
7	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
8	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
9	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
10	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
11	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
12	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
13	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
14	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
15	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
16	4783835	Meta	Hombre	48	0	0,333333333333333	Comercio	No	700000	
17	4787414	Antioquia	Hombre	46	0	5	Comercio	No	1500000	
18	4787744	Bogotá D.c.	Mujer	37	0	11	Comercio	No	1100000	
19	4790468	La Guajira	Hombre	52	1	20	Servicios	No	2000000	
20	4790468	La Guajira	Hombre	52	1	20	Servicios	No	2000000	
21	4790468	La Guajira	Hombre	52	1	20	Servicios	No	2000000	
22	4790468	La Guajira	Hombre	52	1	20	Servicios	No	2000000	
23	4790468	La Guajira	Hombre	52	1	20	Servicios	No	2000000	

Nota: Resultado tomado de la herramienta dbForge Studio for SQL Server donde se consulta la base de datos.

Considerando que el resultado final de este punto es la generación de las tablas con los datos de interés para el modelo. Es fundamental confirmar con una vista integral, que las variables seleccionadas cumplen con el tipo de información que requiere los factores de predicción y variables de respuesta del estudio, como se analizó en la Fase 2 de este proyecto y se retoma en la figura 30:

Figura 30 Modelo general de factores de predicción y variables de respuesta para el estudio.



Nota: Elaboración propia.

Por lo anterior, en la tabla 7 se hace un mapeo de las variables versus el modelo general objetivo.

Tabla 7 Factores del modelo objetivo versus variables y ubicación lógica en Stage que los soportan

Componente	Factor descriptivo	Tabla en Stage	Nombre de variables que soportan el factor
Descripción de contexto y naturaleza de la empresa	Demografía de la empresa	dbo.Join	Directorio Depto Genero Edadprop Empleados AntiguedadEmpresa Sector Formalidad Ubicacion
	Acceso a tecnologías de la información	stage.BrechaDigital	Todas

	Entorno socio económico	stage.PIBActEconomica stage.PIBDepto stage.TasaEmpleo	PIB Tasa de ocupación
Factores de nivel de madurez para la transformación digital	Transformación tecnológica	dbo.Join	Usocomputador Usocelular IntUsarApps IntEmail
	Transformación de negocio y productos digitales	dbo.Join	PagWeb RedesSociales IntServCliente InteEntregaProds IntVender
	Transformación estratégica	dbo.Join	Inversión TI RazonCreacion RazonCredito
	Transformación organizacional y administrativa	dbo.Join	IntBusquedaLegal IntFinanzas IntGobierno IntComprar IntBusquedaBienes IntLlamadas IntMensajería
	Transformación de conocimiento y personas	dbo.Join	IntCapacitacion
Impacto en el desempeño financiero	Impacto en desempeño empresarial	dbo.Join	Ventas Total CG

Con base en lo anterior se verifica que todos los datos requeridos se encuentran listos para realizar la analítica.

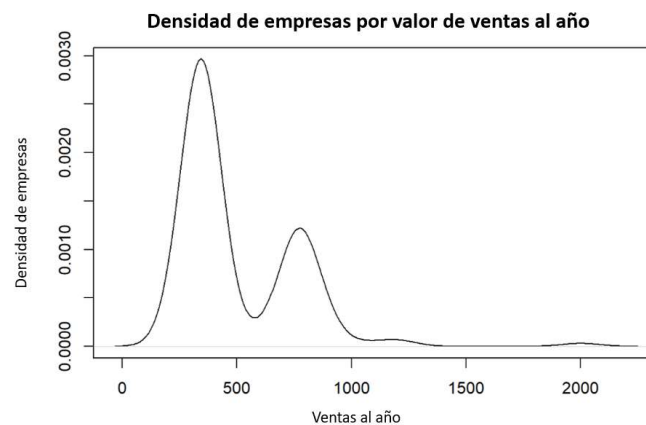
Etapas 3 – Analítica (Analítica descriptiva y prospectiva)

Toda la analítica de los datos se desarrolló en el programa R y el resultado se encuentra en el archivo IF_Monografia_Sandra Suarez_Anexo 2.html.

A continuación se presentan los extractos más importantes de la analítica realizada:

- *Estadísticos sobre las ventas de las microempresas de la muestra:* cuya distribución de densidad se muestra en la figura 31 y permite identificar lo siguiente:
 - Los valores de ventas están entre \$0 y \$2000 Millones COP
 - El promedio de las ventas anuales es de \$75 Millones COP
 - La desviación estándar de los datos es de \$123 Millones COP, en este caso es relativamente alta, al ser referenciada con el promedio
 - El 95% de las empresas vendieron \$210 Millones COP o menos. Solo el 1% de las empresas llegó a vender más de \$760 Millones COP.

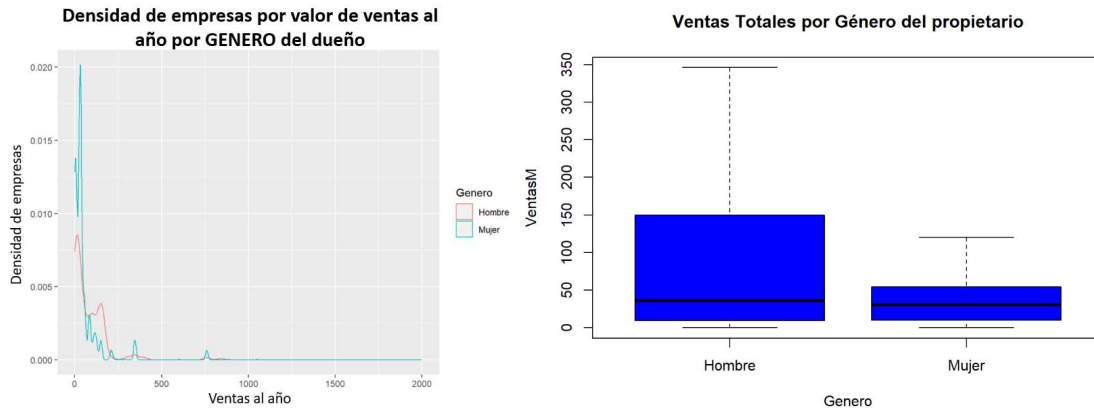
Figura 31 *Empresas por ventas*



Nota: Elaboración propia.

- *Análisis por Género:* Se presenta la distribución en la figura 32, con lo que se permite identificar que las empresas que más venden tienen un 60% de probabilidad de ser de un hombre.

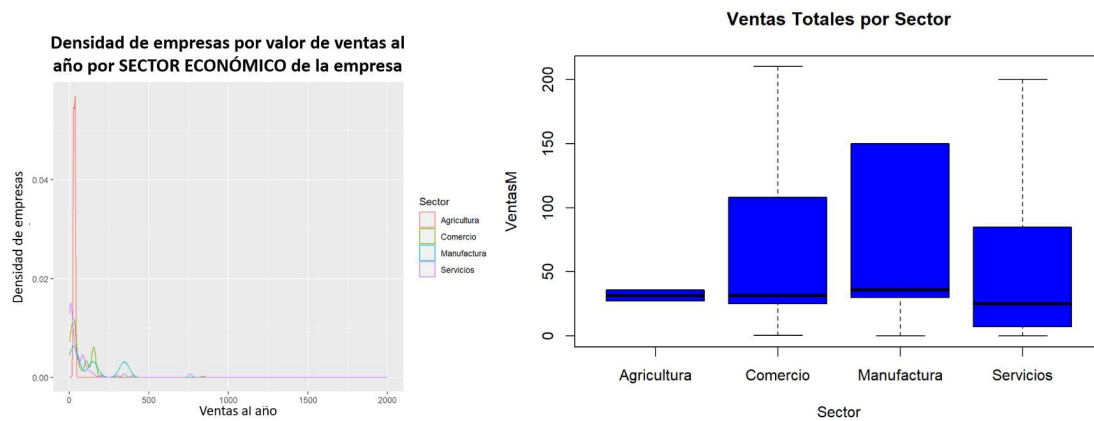
Figura 32 Empresas por Género: Densidad y ventas totales



Nota: Elaboración propia.

- *Análisis por Sector:* el cual se presenta en la figura 33 y permite identificar que las empresas que más venden tienen 60% de probabilidad de ser de Servicios, 21% de Comercio y 18% de Manufactura

Figura 33 Empresas por Sector: Densidad y ventas totales



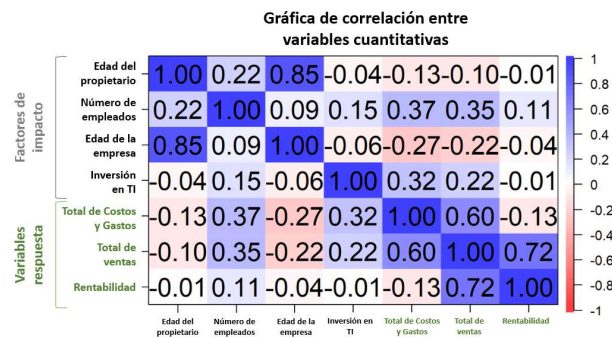
Nota: Elaboración propia.

- *Descripción por variables:* Se identifica por cada característica la condición de mayor probabilidad de estar en el 5% de empresas con más ventas.

- Número de empleados: 75% de probabilidad de tener 3 o 4 empleados
 - Formalidad: 87% de probabilidad de ser formales.
 - Razón de creación de la empresa: 52% de probabilidad de haberse creado porque lo vio como una Oportunidad de negocio en el mercado.
 - Ubicación para ejecutar su negocio: 80% de probabilidad de operar en un local.
 - Uso del celular para las ventas: 95% de probabilidad de usar el celular.
 - Uso de computador para las ventas: 95% de probabilidad de usar el computador.
 - Uso de página web para las ventas: 73% de probabilidad de no usar página web.
 - Uso de redes sociales para las ventas: 70% de probabilidad de usar redes sociales.
 - Edad del propietario: probabilidad del 78% de tener propietarios entre 30 y 40 años.
 - Antigüedad empresa: probabilidad del 84% una edad entre 3 y 10 años.
 - Valor de inversión en TI: las empresas que más venden tienen inversiones en TI entre \$2.000.000 y \$3.600.000 mensuales
- *Identificación de combinación de variables que caracterizan el top 5% de mayores ventas:* las empresas que tienen estas características tienen 18 veces más posibilidad de estar en el top 5% de mayores ventas:
 - Sector = Servicios
 - Genero = Hombre
 - Ubicación = Local

- Formalidad = Sí
 - Número de empleados = 3 ó 4
 - Razón de creación = Oportunidad de negocio en el mercado
 - Uso de celular = Sí
 - Uso de computador = Sí
 - Uso de Pág web = No
 - Uso de redes sociales = Sí
 - Antigüedad de la empresa = entre 3 y 10 años
 - Edad del propietario = entre 30 y 40 años
 - Inversiones en TI entre \$2.000.000 y \$3.600.000 mensuales
- *Análisis de correlación entre variables cuantitativas:* El modelo estadístico de correlación identifica el nivel de relación entre dos variables, definiendo su existencia en sentido directo si está entre 0.5 y 1.0, y en sentido indirecto entre -0.5 y -1.0. y si está fuera de estos rangos no sería concluyente. En la figura 34 se identifica que, si se centra el análisis en la variable “Total de ventas” para toda la muestra, existe una correlación directa con las variables “Total de costos y gastos” y “Rentabilidad”.

Figura 34 *Correlación entre factores de impacto y variables respuestas*

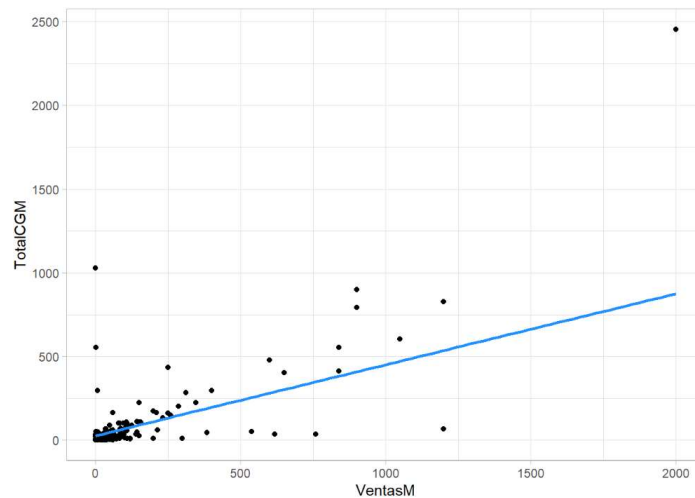


Nota: Elaboración propia.

- *Modelamiento de regresión lineal múltiple entre Total Ventas y Total de Costos y Gastos:* En la figura 35 se realiza la representación gráfica de la regresión y se identifica la siguiente ecuación de relación entre las dos variables:

$$\text{Total ventas} = 0.36 (\text{Total de Costos y Gastos}) + 24$$

Figura 35 *Gráfica de regresión lineal entre Total de Ventas y total de costos y gastos*



Nota: Elaboración propia.

Etapas 4 – Transformación – Poblamiento de bases de datos para visualización

Con el fin de preparar los datos y dejarlos disponibles para la visualización (Etapas 5) se trabaja en tres sentidos que servirán complementarlo :

- 1) **Datos maestros:** Subir los datos de las bases de datos tratados en el área de trabajo de R a la base de datos, para esto nuevamente se apoya en la herramienta RStudio se realizó un proceso de conexión ODBC con el servidor SQL para dejar la tabla maestra que tiene toda la caracterización de las empresas de nombre “Master” disponible en la base de datos.
- 2) **Variables de transformación digital y macroeconomía por departamento:** Se realiza el aseguramiento de la tabla de índices de transformación digital proveídas por el

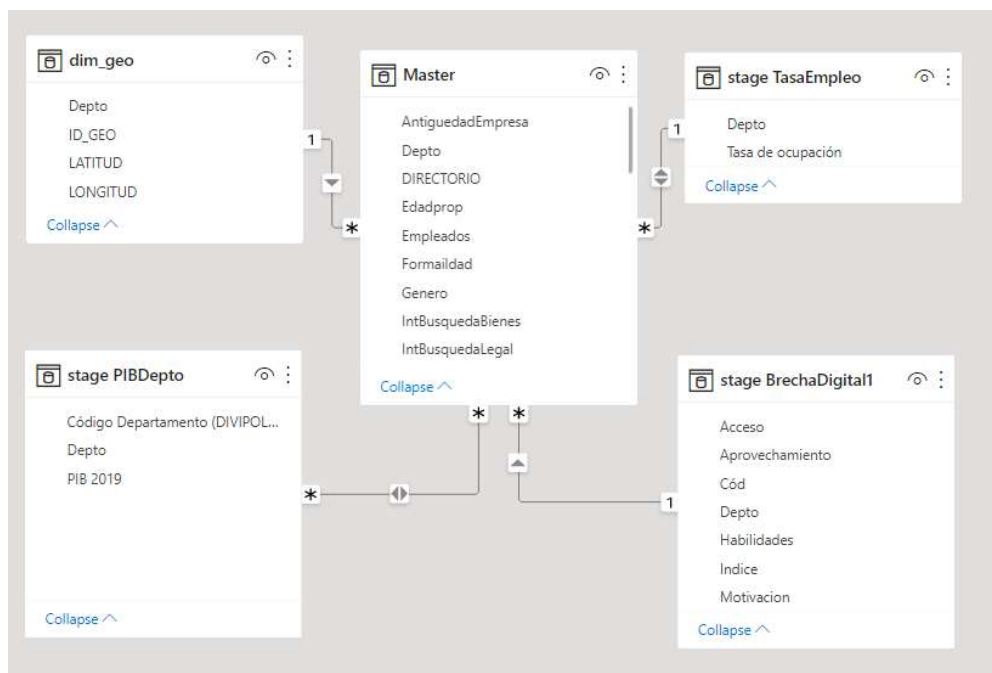
MinTIC (StageBrechaDigital) y las tablas de variables macroeconómicas (Stage PIBDepto, stageTasa Empleo).

- 3) Se agrega la tabla de dimensión geográfica con la lista de departamentos y su información de longitud y latitud con el fin de realizar gráficas de mapas coroplético (dim_geo).

Etapa 5 – Modelo y visualización (Modelo de datos)

Una vez que los datos han quedado expuestos en servicio de base de datos se realiza el modelo de entidad-relación para poder identificar y conectar las relaciones entre los datos. En la figura 36 se refleja el modelo definido, usando la herramienta PowerBI.

Figura 36 Modelo de datos



Nota: Elaboración propia.

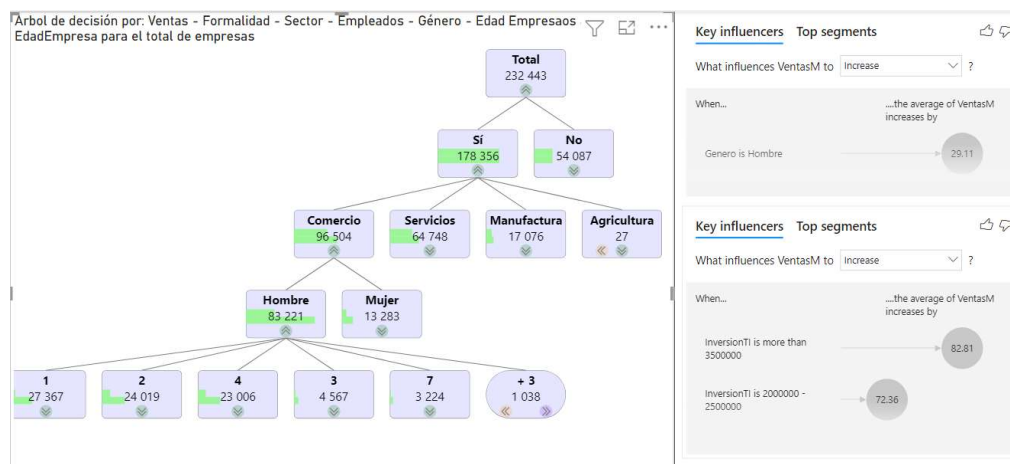
Etapa 5 – Modelo y visualización (Visualización)

Basados en el modelo de los datos, se procede a hacer la visualización e identificación de los principales puntos de análisis descriptivo y prospectivo, soportando este ejercicio en la herramienta PowerBI.

En la figura 37 se sigue un árbol por variables básicas para el total de las empresas, en donde la línea de mayores ventas se sigue así: Son Formales, son de comercio, su propietario es un hombre y la número de empleados entre 1, 2 y 4.

Además, haciendo uso de la inteligencia de predicción de PowerBI, se identifica que el promedio de ventas incrementa en un 29% si el género del propietario es un hombre y 82% si la inversión en TI es mayor a \$3.5 Millones COP.

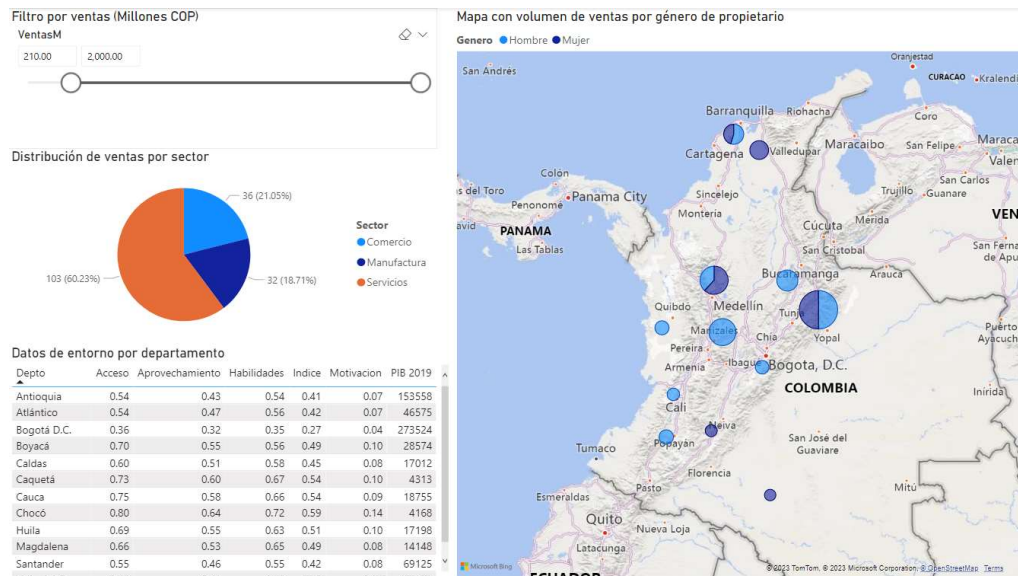
Figura 37 Visualización de árbol de ventas por variables y predictores



Nota: Elaboración propia.

En la figura 38 se presenta una vista del 5% de empresas con mayores ventas (mayores a \$210 Millones COP). Se observa que el 60% de las empresas son de servicios. A nivel del mapa llama la atención el volumen de ventas de este grupo ubicado en zonas como Boyacá, Antioquia y Caldas en el top 3, y en general se percibe predominancia sobre la propiedad de la empresa de parte de Hombres.

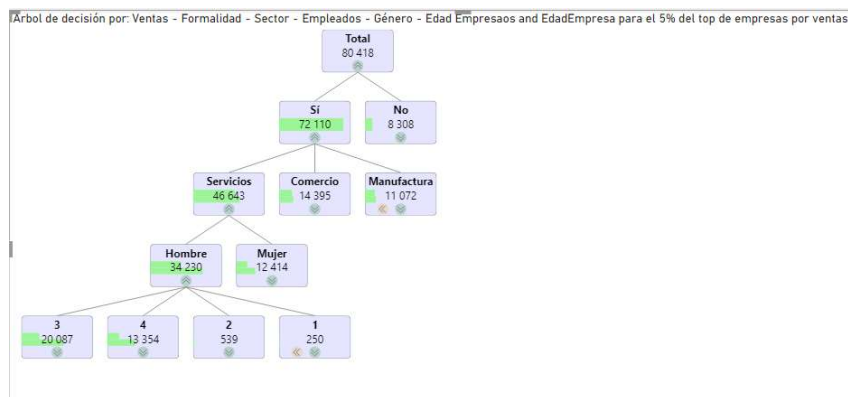
Figura 38 Visualización de empresas del Top 5% en ventas



Nota: Elaboración propia.

Si se hace nuevamente un árbol de variables por total de ventas, pero con filtro en el 5% de las empresas top se genera la figura 39, cuya caracterización presenta algunas variaciones, describiendo una tendencia a vender más si la empresa: es formal, de servicios, con un hombre como propietario y con 3 o 4 empleados.

Figura 39 Árbol de características para el Top 5% en ventas



Nota: Elaboración propia.

Finalmente se realiza nuevamente el ejercicio de correlación pero comparando la vista general con foco en el top 5% de empresas con mayores ventas y generando la figura 40, con el análisis para todas las variables cuantitativas disponibles en el modelo. Sin embargo, se observa que no hay un nuevo descubrimiento de identificación de relación con la variable de resultado (Ventas), ya que la relación con la variable Total de Costos y Gastos que se evidencia con relación directa ya había sido identificada previamente.

Figura 40 Análisis de correlación para el top 5% de empresas con mayores ventas



Nota: Elaboración propia.

Dado el anterior resultado no se puede realizar un modelo predictivo del total de ventas integrado a los datos macro aportados ya que no se encontró relación de causalidad.

Discusión

El resultado clave de este estudio es la identificación de los factores clave que impulsan la transformación digital de las MiPyme, que fueron basados en la revisión de modelos referenciales y que permitieron proponer un modelo para la caracterización del impacto de la transformación digital sobre el resultado empresarial, principalmente sobre las ventas. De tal forma que este modelo pueda ser aprovechado por el ecosistema, beneficiando a las MiPyme y de esta forma al crecimiento del país.

Por ejemplo, debido a que el 85% de las empresas con mayores ventas son formales, el MinCIT puede promover la formalidad en las empresas dentro de los programas de adopción tecnológica. Otro ejemplo es que las empresas con mayores ventas usan computadores y celulares como parte de sus herramientas de gestión empresarial, por lo que proveedores de hardware pueden aliarse con desarrolladores de soluciones TIC para generar herramientas integrales que soporten la gestión. Un ejemplo más surge al ver que las empresas que más venden hacen uso de redes sociales y páginas web para realizar su llegada al mercado, por lo que las instituciones académicas deben desarrollar programas educativos sobre marketing digital para MiPyme.

A lo largo de este estudio se realizó: 1) una recolección de información asociada a el ecosistema de transformación digital en Colombia, su clasificación y establecimiento de una estrategia de trabajo sobre el ecosistema, 2) identificación marcos y modelos de referencia para realizar la caracterización de los factores principales habilitados por la tecnología que impulsan la competitividad y productividad, y finalmente, 3) desarrollo de una propuesta de modelo que fue aplicado a un conjunto de datos de más de 3.000 microestablecimientos con información del año 2019 (DANE, 2022) que permitió realizar la analítica descriptiva y exploración de la predictiva.

Al respecto de cada uno de los aspectos revisados se puede mencionar aspectos importantes: 1) Las empresas colombianas se ven impactadas por un ecosistema diverso compuesto por entidades de administración pública, organizaciones no gubernamentales, proveedores de soluciones TIC y el sector académico. Contar con un ecosistema fortalecido y articulado abre oportunidades a la eficiencia de recursos y creación de valor (Deasy, D. et al, 2022). Sin embargo, se identifica que el ecosistema de apoyo empresarial a la transformación digital no está articulado ya que cada uno desarrolla políticas y programas de forma independiente, por lo que sería relevante crear puentes de colaboración y co-creación de programas con bases de datos abiertas que permitan que la oferta esté más centrada en las empresas que en las instituciones.

2) Se han identificado más de 20 marcos conceptualizados ó MMTD (Zamani, 2022) y (Minh, 2022), con factores de caracterización empresarial para el impacto en el desarrollo empresarial aunque no son convergentes en un único estándar de conocimiento que pudiera ser tomado como lineamiento general lo cual genera barreras en el conocimiento existente para su adecuada adopción. En el ámbito práctico de Latinoamérica y Colombia se analizaron tres casos en donde se trasciende el diagnóstico de la transformación digital abordando programas de intervención: Cámara de Comercio de Bogotá (Cámara de Comercio de Bogotá, s.f.), el programa de CTDE (Innpulsa Colombia, s.f.) y del gobierno chileno y el BID (Digitaliza Tu Pyme, s.f.). aunque ninguno es exclusivo de microempresas. Si bien estas experiencias presentan ejemplos de la aplicación práctica de los modelos, existen limitantes a nivel de la información de análisis de cada uno, debido a que se usó la información pública por lo que este estudio podría estar perdiendo detalles del contexto por ejemplo de conocimiento disponible, presupuesto, resultados detallados sobre los programas ejecutados y la penetración y aceptación sobre los usuarios finales.

3) Por el lado del marco propuesto y su prueba práctica, se desarrolló ampliamente la analítica descriptiva, sin embargo a nivel predictivo si bien se llegó a un modelo de regresión lineal con las variables costos y ventas, el resultado no llegó a integrar otras variables cuantitativas de la empresa como edades e inversiones, ni tampoco variables exógenas de contexto como el PIB departamental (ANIF, 2021), o el índice de brecha digital (MinTIC, 2020), los cuales al inicio del proyecto se estimaba que en alguna medida podrían ser factores determinantes para el desarrollo económico de las empresas, lo cual no fue demostrado en el análisis. En este ámbito, se identifican entonces varias limitantes frente a la información disponible con la que se puso a prueba el modelo:

- Los datos disponibles fueron tomados del estudio del Dane de 2019 (DANE, 2022), lo cual presenta una situación de pre-pandemia que podría no corresponder con la realidad actual.
- La aplicación del modelo tiene un volumen suficientemente amplio para tener una aceptación razonable sobre la incertidumbre, sin embargo la captura de la información no estuvo bajo el control de este estudio y si se presentaron sesgos o falta de cobertura en la muestra estos pudieron impactar los resultados.
- Este estudio no contrastó directamente los resultados con las empresas, por lo que para una continuidad sobre el estudio se podría abordar esta actividad y enriquecer con más perspectivas.

Conclusiones y Trabajo Futuro

A continuación se presentan las principales conclusiones frente a los resultados del proyecto objeto del estudio frente a las hipótesis planteadas. Adicionalmente, se presenta el trabajo futuro que se propone para dar continuidad al proceso de conocimiento realizado orientado al modelamiento de la transformación digital para las MiPyme colombianas.

Conclusiones

En este estudio se pretendía generar una propuesta con un marco integrado de referencia de los factores claves que impulsan la transformación digital de las MiPyme colombianas. Adicionalmente, se buscaba que este modelo pudiera ser aplicado a un conjunto de datos a través del cual se pusiera a prueba la propuesta, permitiendo visualizar un modelo predictivo de impacto en ventas producto de la intervención sobre las variables.

Al respecto de los objetivos específicos planteados en el estudio se puede concluir lo siguiente:

- **Objetivo 1:** Analizar y proponer una estrategia global de impulso de las MiPyme con acciones recomendadas para el ecosistema actual de desarrollo de la transformación (gobiernos, asociaciones, entes públicos y privados, y entidades no gubernamentales), teniendo en cuenta su rol y aporte en la cadena de transformación digital de las MiPyme, para que el marco integrado propuesto pueda ser más efectivo. **Conclusión:** Existe un ecosistema con participantes (gobiernos, asociaciones, entes públicos y privados, y entidades no gubernamentales) en donde se identificaron más de 40 entidades y se

analizaron sus roles y aportes, que fueron organizados en un ecosistema de desarrollo de las MiPyme. A partir de esta identificación se propone una estrategia multidimensional en la que la información descriptiva y prospectiva del desempeño empresarial puede realizar un aporte relevante y articulado sobre las necesidades e impacto en el desempeño empresarial que pueda habilitar la información necesaria para la propuesta de ofertas y programas de apoyo.

- **Objetivo 2:** Identificar con qué modelos cuentan las MiPyme colombianas para analizar su nivel de madurez para la transformación digital y qué oportunidades de mejora tiene esta oferta, para que el marco integrado a proponer se desarrolle como una evolución mejorada de una base que ya haya sido aplicada en la práctica. **Conclusión:** En la literatura se han desarrollado más de 20 modelos para medir la madurez de la transformación digital empresarial, ninguno de ellos tiene un enfoque de microempresas ni tampoco una prueba práctica que permita trascender en un estándar global. Por lo cual, se tomaron tres modelos aplicados en Latinoamérica y a partir de ellos se propone un modelo que permite identificar el “Impacto en el desempeño financiero” de la Mipyme a partir de dos tipos de factores “Descripción del contexto y naturaleza de la empresa” y “Nivel de madurez para la transformación empresarial”.
- **Objetivo 3:** Desarrollar un modelo conceptual de predicción de impacto en las ventas de los microestablecimientos a partir de los factores de transformación digital, para que las MiPyme y demás actores del ecosistema de desarrollo empresarial puedan tomar acciones de estimulación sobre las variables de mayor impacto. **Conclusión:** Con base en los factores identificados, el ecosistema de apoyo a las Mipyme puede enfocarse en desarrollar o fortalecer

factores específicos de los componentes de influencia del modelo, y así aportar al logro del crecimiento económico empresarial, y por lo tanto regional y nacional.

- **Objetivo 4:** Generar recomendaciones de acciones hacia el ecosistema de actores que influyen ó impactan los factores identificados como claves para el desarrollo empresarial a partir de la transformación digital. **Conclusión:** Se identificaron los factores de los factores clave que conforme al marco integrado referencial propuesto deben ser considerados por los actores del ecosistema para impulsar su desarrollo a través de los programas e iniciativas de apoyo.

Trabajo futuro

Se ha identificado la importancia de las MiPyme en Colombia reconociendo su protagonismo frente al desarrollo económico del país. Su capacidad productiva y económica dinamizan el crecimiento de las regiones aportando en las cadenas productivas y en la generación de empleo. Sin embargo, en el estudio se identificó que existen segmentaciones según diferentes características como pueden ser: su ubicación geográfica, edad, género del propietario, uso de la tecnología, forma de entregar los servicios, niveles de inversión en TI, entre otras. Por lo anterior, es relevante continuar la exploración de modelos de madurez para la transformación digital de las MiPyme, ya que el ecosistema de apoyo requiere contar con un estándar que, además de proveer una vista global, supla las necesidades diversas de los distintos nichos de desarrollo.

Basado en las limitantes de información, es conveniente dar ampliación a este estudio con nuevas y más actualizadas fuentes de datos de las MiPyme. Una posibilidad en este sentido es poder realizar una profundización por nicho, por ejemplo: por departamento o ciudad, por sector económico ó por estado del emprendimiento o empresa desarrollada, lo cual permitiría profundizar en el descubrimiento de factores exclusivos por característica y enlazar con programas de apoyo que no sean generalistas sino con una vocación particular. Este camino es relevante si se considera el apoyo de las entidades gubernamentales como motor del cierre de brechas a través de presupuestos públicos que tienen destinaciones específicas frente a fenómenos macroeconómicos o la planeación nacional, como por ejemplo la economía popular, el sector turístico o el archipiélago de San Andrés, entre otros aspectos focalizados por el gobierno actual.

Por otra parte, teniendo un modelo de madurez como el planteado en este estudio, es relevante su aplicación práctica, como es realizar estudios sobre la capacidad de

ejecución e impacto de los programas de apoyo como el Programa de CTDE de Innpulsa Colombia. Surgen así preguntas como: ¿qué tan efectivos son los programas de apoyo a las MiPyme?, ¿qué factores de éxito sobre las características propias de la intervención tienen un mayor beneficio para las empresas?, ¿cómo se mide el retorno de la inversión social realizada?. Es en esta línea de estudio donde sería importante dar una mirada sobre las ofertas con asesoría empresarial, tecnológica, capacitación e integración a asociaciones, para ampliar a un modelo integral sobre la dinámica virtuosa del ecosistema.

Adicionalmente, es imprescindible mantener y ampliar la conversación con la comunidad internacional, para expandir las perspectivas, experiencias, lecciones aprendidas, buenas prácticas y llegar a escenarios de organizaciones que lideren con rigor académico y de investigación pero también de comunicación y posicionamiento para que a través de un proceso de innovación abierta se convoquen a los distintos actores del ecosistema para avanzar en la concepción de un modelo estándar global que sea reconocido y permita tener información comparativa y colaboración, no solo a nivel del modelo sino de las ofertas para las empresas. Para ello, organismos internacionales de interés en el desarrollo económico global, como por ejemplo el BID, pueden apoyar la convocatoria a los actores y recursos necesarios en la labor. Las firmas consultoras, academia y oferentes de servicios tecnológicos, serán importantes para aportar desde su perspectiva a través del contacto empresarial, el desarrollo de talento, las necesidades y ofertas del mercado digital y el conocimiento sobre las perspectivas y tendencias de los desafíos y oportunidades de las empresas en el escenario económico futuro. Las Mipyme, como actor central, deben ser escuchadas y hacerlas parte de la innovación abierta requerida para un estándar global.

Referencias

AlphaBeta. (2020). *The Digital Sprinters*. Singapore. Recuperado el Agosto 12, 2020, de

https://alphabeta.com/wp-content/uploads/2020/11/201113_fa-main-report-gem-pages-os.pdf

Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas. + Mipyme

Transforma. Recuperado de <https://www.acopiantioquia.org/mipyme-transforma>

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI (s.f.). Transformación Digital.

Recuperado de <https://www.andi.com.co/Home/Pagina/19-transformacion-digital>

Asociación Nacional de Instituciones Financieras ANIF - Centro de Estudios Económicos.

(2021, Diciembre 9). *RETOS Y OPORTUNIDADES DE LAS PYMES*. Recuperado

de [https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/retos-y-](https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/retos-y-opportunidades-de-las-pymes/#:~:text=Las%20micro%2C%20peque%C3%B1as%20y%20medianas,Producto%20Interno%20Bruto%20(PIB).)

[opportunidades-de-las-](https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/retos-y-opportunidades-de-las-pymes/#:~:text=Las%20micro%2C%20peque%C3%B1as%20y%20medianas,Producto%20Interno%20Bruto%20(PIB).)

[pymes/#:~:text=Las%20micro%2C%20peque%C3%B1as%20y%20medianas,Producto%20Interno%20Bruto%20\(PIB\).](https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/retos-y-opportunidades-de-las-pymes/#:~:text=Las%20micro%2C%20peque%C3%B1as%20y%20medianas,Producto%20Interno%20Bruto%20(PIB).)

Astera (2020). Conceptos de Data Warehouse: enfoque de Kimball vs. Inmon.

Recuperado el 29 de Septiembre de 2020, de

<https://www.astera.com/es/type/blog/data-warehouse-concepts/>

Banco Interamericano de Desarrollo BID (Diciembre de 2022). *The 360 on Digital*

Transformation in Firms in Latin America and the Caribbean. Recuperado de

<https://publications.iadb.org/es/publications/english/viewer/the-360-degree-on-digital-transformation-in-firms-in-latin-america-and-the-caribbean.pdf>

Cámara Colombiana de la Construcción (2022, Abril 19). Gremio de la construcción firma alianza para la transformación digital segura. Recuperado de

<https://ww2.camacolcundinamarca.co/998-digital-segura.html>

Cámara de Comercio de Barranquilla (s.f.). Centro de Transformación Digital

Empresarial. Recuperado de <https://www.camarabaq.org.co/transformacion-digital/>

Cámara de Comercio de Bogotá (s.f.). Escuela de transformación digital. Recuperado de

<https://www.ccb.org.co/Fortalezca-su-empresa/Mejore-su-empresa/Escuela-de-transformacion-digital>

Cámara de Comercio de Cali (s.f.). Centros de Transformación Digital Empresarial.

Recuperado de <https://www.ccc.org.co/landing/transformacion-digital/>

Cámara de Comercio Electrónico (s.f.). Formación Exclusiva para sector eCommerce.

Recuperado de <https://ccce.entrena.co/>

Cámara de Comercio de Ibagué (s.f.). ¿Qué son los Centros de Transformación Digital?.

Recuperado de <https://ctdeibague.co/que-es-el-ctde/>

Cámara de Comercio de Medellín (s.f.). Centro De Transformación Digital Empresarial –

Innovación y transformación digital. Recuperado de

<https://www.camaramedellin.com.co/home/centro-de-transformacion-digital-empresarial/innovacion-y-transformacion-digital>

Cámara de Comercio de Santa Marta (s.f.). Programa de Transformación Digital.

Recuperado de <https://ctdemagdalena.org/>

Centro de investigación y desarrollo de tecnologías de la información y las comunicaciones (s.f.). Fortalece tus capacidades productivas. Recuperado de

<https://cintel.co/transformatech/>

Centros de Transformación Digital Empresarial CTDE (2019). Modelo de Madurez para la Transformación Digital – MMTD. Recuperado de

https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articles-78552_archivo_pdf.pdf

Ciampi, F. (2021, Enero 29). Rethinking SME default prediction: a systematic literature review and future perspectives. *Scientometrics*, 126, 2141–2188.

Consejo Nacional de Política Económica y Social Conpes 3975 [Departamento Nacional de Planeación]. "Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial". 8 de noviembre de 2019 (Colombia).

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE. (2019, Diciembre 27).

Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas 2018. Recuperado de

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_empresas_2018.pdf

DANE. (2021, Septiembre 14). *Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Empresas (ENTIC Empresas)*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-tic/encuesta-de-tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-en-empresas-entic-empresas>

DANE. (2022, Abril 8). *Mercado Laboral Información 2021*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/mercado-laboral-por-departamentos>

DANE. (2022, Junio 15). *Encuesta de Micronegocios 2019*. Recuperado de <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/681/study-description>

DANE. (2022, Junio 28). *PIB por Departamento*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

DANE. (2022, Agosto). *Encuesta de Micronegocios II Trimestre 2022*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/micro/Presentacion_II_2022.pdf

Datos Abiertos Gov.co. (2020, Julio 16). *Encuesta de Microestablecimientos - MICRO 2012 - 2016*. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Estad-sticas-Nacionales/Encuesta-de-Microestablecimientos-MICRO/grvd-d2ic>

Datos Abiertos Gov.co. (2021, Junio 9). *Centros de transformacion digital*. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Ciencia-Tecnolog-a-e-Innovaci-n/Centros-de-Transformaci-n-digital/b84s-hkiv>

Deasy D., Eferin Y. y Petrov O. (2022). Integrated national data ecosystem: the next stage of digital transformation. *World Bank Blogs*.
<https://blogs.worldbank.org/digital-development/integrated-national-data-ecosystems-next-stage-digital-transformation>

Decreto 957 [Ministerio de Comercio, Industria y Turismo]. "Por el cual se adiciona el capítulo 13 al Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015, Decreto Único del Sector Comercio, Industria y Turismo y se reglamenta el artículo 2° de la Ley 590 de 2000, modificado por el artículo 43 de la Ley 1450 de 2011 ."
Sección 2. 5 de junio de 2019 (Colombia).

Deloitte (s.f). *Digital transformation*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/za/en/pages/digital/topics/digital-transformation.html>

Departamento Nacional de Planeación (2022, Agosto 3). *Así fortaleció Colombia su ecosistema digital en cuatro años*. Recuperado de

<https://www.dnp.gov.co/Paginas/Asi-fortalecio-Colombia-su-ecosistema-digital-en-cuatro-anos.aspx>

Digitaliza Tu Pyme (s.f.). *Guiamos tu proceso de transformación digital*. Recuperado de

<https://www.digitalizatupyme.cl/digitaliza-tu-pyme/>

Evans, J. (2021). What is Business Analytics? En Business Analytics (págs. 31-34).

United Kingdom: Pearson.

Federación Colombiana de la Industria del Software y Tecnologías Informáticas

Relacionadas (s.f.). Acerca de Fedesoft. Recuperado de

<https://fedesoft.org/quienes-somos/>

Federación Nacional de Comerciantes (s.f.). Centros de Transformación Digital

Empresarial. Recuperado de <https://ctde.fenalcometa.co/>

Forero-Castañeda Deivy Alexander, Sánchez-García Jorge Armando (2021). Introducción

a la inteligencia de negocios basada en la metodología Kimball. Revista

Tecnología, Investigación y Academia TIA, ISSN: 23448288, 9 (1), pp. 5-17.

Bogotá-Colombia

Guía TIC (s.f.). ¿Qué es la guía TIC?. Recuperado de <https://guiatic.com/>

Hudek, S. T. (2019, Noviembre 14). DIGITAL SKILLS IN ENTERPRISES ACCORDING TO THE EUROPEAN DIGITAL ENTREPRENEURSHIP SUB-INDICES: CROSS-COUNTRY EMPIRICAL EVIDENCE. *Journal of Contemporary Management Issues*, 24, 107-119.

Infobae (2022, Junio 27). *DANE: el 78 % del empleo en Colombia es generado por las mipymes*. Recuperado el Octubre 22, 2022, de <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/06/27/dane-el-78-del-empleo-en-colombia-es-generado-por-las-mipymes/>

Innpulsa Colombia. (n.d.). *Centros de Transformación Digital Empresarial*. Recuperado el Agosto 12, 2020, de <https://www.innpulsacolombia.com/ctde-innpulsa/>

Massachusetts Institute of Technology - MIT (2017). *'Digital Transformation' Is a Misnomer*. Recuperado de <https://sloanreview.mit.edu/article/digital-transformation-is-a-misnomer/>

Matt, Rauch. (2020). *SME 4.0: The Role of Small- and Medium-Sized Enterprises in the Digital Transformation*. In: Matt, D., Modrák, V., Zsifkovits, H. (eds) *Industry 4.0 for SMEs*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25425-4_1

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT. (2019, Junio 06). *Gobierno expide nueva clasificación de empresas a partir de sus ingresos*. Recuperado el Agosto 12, 2020, de <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/industria/gobierno-expide-nueva-clasificacion-de-empresas-a>

Minh, T. H. (2022, Enero). Comprehensive Review of Digital Maturity Model and Proposal for A Continuous Digital Transformation Process with Digital Maturity Model Integration. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(1), 741 - 757.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MinTIC. (2017). *MinTIC lanza su estrategia para que las Mipyme entren a la Economía Digital con una inversión de \$47.000 millones*. Recuperado de <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-19596.html>

MINTIC. (2018). MiPyme Vive Digital. Recuperado de <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-7235.html>

MINTIC. (2020). Marco de Transformación Digital para mejorar la relación Estado-ciudadano. Recuperado de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-149186_recurso_1.pdf

MINTIC. (2020). Índice de Brecha Digital. Recuperado de <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-385417.html>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE. (2019). *OECD Reviews of Digital Transformation: Going Digital in Colombia*. Retrieved Agosto 20, 2022, from <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/5786e2c8-en/index.html?itemId=/content/component/5786e2c8-en>

OCDE Policy highlights. (2019). *OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2019*.

Retrieved Octubre 22, 2022, from <https://www.oecd.org/industry/smes/SME-Outlook-Highlights-FINAL.pdf>

OCDE. (2021). *OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2021*. Retrieved Octubre 22,

2022, from <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/97a5bbfe-en/1/3/3/2/index.html?itemId=/content/publication/97a5bbfe-en&csp=d1fc5acec34e67180d5f3e84ef7e00e6&itemIGO=oecd&itemContentType=book>

Pymas (s.f.). *El sector cafetero va hacia una transformación digital de la que su pyme no*

se puede quedar atrás. <https://www.pymas.com.co/ideas-para-crecer/agro/transformaci%C3%B3n-digital-caf%C3%A9-de-colombia>

Ramdani, B. (2021, Marzo 9). Digital innovation in SMEs: a systematic review, synthesis and research agenda. *Information Technology for Development*, 28(1), 56-80.

Retrieved Agosto 20, 2022

Roy, D., Srivastava, R., Jat, M., Karaca, M.S. (2022). *A Complete Overview of Analytics*

Techniques: Descriptive, Predictive, and Prescriptive. In: Jeyanthi, P.M.,

Choudhury, T., Hack-Polay, D., Singh, T.P., Abujar, S. (eds) *Decision Intelligence Analytics and the Implementation of Strategic Business Management*.

EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer,

Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82763-2_2

SAP (s.f). *¿Qué es la transformación digital?*. Recuperado de

<https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-digital-transformation.html>

Sistema Nacional de Información para la Educación superior en Colombia SNIES (2023).

Recuperado de <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>

Stella, G. (2022, Agosto 3). La transformación digital le podría generar a Colombia

US\$114.000 millones en 2030. (D. O. Espectador, Interviewer) Recuperado en

Agosto 10, 2022, de <https://www.elespectador.com/economia/empresas/la-transformacion-digital-le-podria-generar-a-colombia-us114000-millones-en-2030/>

TecnopymesCL. (2022, Julio 8). 70% de las Pymes en Chile se han incorporado al

mundo de la digitalización. Recuperado de <https://tecnopymes.cl/2022/07/08/70-de-las-pymes-en-chile-se-han-incorporado-al-mundo-de-la-digitalizacion/>

Tecnozero (s.f.). *AWS vs. Azure vs. Google Cloud: tendencias de gasto en la nube*

pública 2022. Recuperado de <https://www.tecnozero.com/blog/aws-vs-azure-vs-google-cloud-tendencias-de-gasto-en-la-nube-publica-2022/>

Teng, X., Wu, Z., & Yang, F. (2022). Research on the Relationship between Digital

Transformation and Performance of SMEs. *Sustainability*, 14(10), 6012. MDPI AG.

Recuperado de <http://dx.doi.org/10.3390/su14106012>

Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU. (2020). WORLD SUMMIT ON THE INFORMATION SOCIETY PRIZES 2020 - CHAMPION PROJECTS. Recuperado el Agosto 12, 2020, de <https://www.itu.int/net4/wsis/stocktaking/Prizes/2022/Champions?jts=OGQ4X1&id x=10&page=8#start>

Universidad Ean. (s.f.). Bases de datos. Recuperado el Agosto 12, 2020, de <https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/public/menu.htm>

Universidad Externado (s.f.). Gremios del sector TIC presentan propuestas al Gobierno Nacional para hacer frente a los efectos del COVID-19. Recuperado de <https://telecomunicaciones.uexternado.edu.co/gremios-presentan-propuestas-al-gobierno-nacional/>

World Trade Organization - WTO (2016). World Trade Report 2016. Recuperado el Octubre 22, 2016, de https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/world_trade_report16_e.pdf

Yu H., Fletcher M., Buck T (2022). Managing digital transformation during re-internationalization: Trajectories and implications for performance. *Journal of International Management*, 28 (4). <https://doi.org/10.1016/j.intman.2022.100947>

Zamani, S. (2022, Enero 11). Small and Medium Enterprises (SMEs) facing an evolving technological era: a systematic literature review on the adoption of technologies in

SMEs. *European Journal of Innovation*, 25(6), 735-757. doi:10.1108/EJIM-07-

2021-0360

A. Anexo 1 – Caracterización de las fuentes y las Mipyme

En el Anexo 1 adjunto a este documento se presenta el resultado en formato HTML del proceso en el software R de la caracterización de las fuentes y las Mipyme:
[IF_Monografia_Sandra Suarez_Anexo 1.html](#).

B. Anexo 2 – Analítica descriptiva y predictiva

En el Anexo 2 adjunto a este documento se presenta el resultado en formato HTML del proceso en el software R de la analítica descriptiva y predictiva sobre el modelo MMTD propuesto: IF_Monografia_Sandra Suarez_Anexo 2.html.